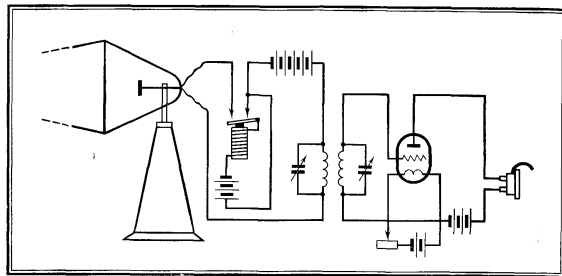
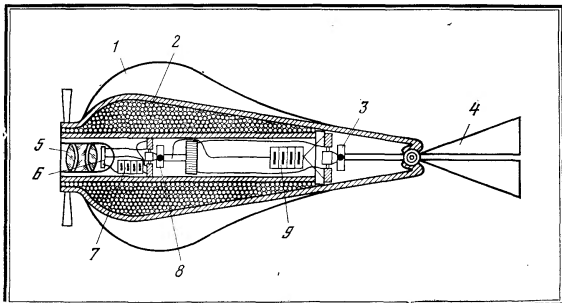


VISIT...

LANZAROTE
Caliente.com



Оптико-электронная система обнаружения кораблей по их тепловому излучению



Торпеда класса воздух—поверхность с оптико-электронной системой наведения (США, 1921 г.)

1 — корпус торпеды; 2 — боевой заряд; 3, 8 — привод рулей; 4 — рули торпеды; 5 — оптическая система; 6 — приемник излучений; 7, 9 — усилительные блоки

в снаряде, что может возбуждать расширение газа, давление, электрический ток и движение массы, восстанавливающей направление трубы, при котором светлое пятно падает на нейтральное, так сказать, нечувствительное место механизма» [78, с. 30].

Гениальная идея К. Э. Циолковского была впервые реализована американскими учеными в 1916—1921 гг. в конструкции самонаводящейся торпеды класса «воздух—поверхность» [79].

В XIX в. был создан теоретический фундамент, необходимый для развития оптико-электронного приборостроения, а также разработаны приемы излучения. Техника в этот период развивалась рука об руку с физикой, однако переход к широкому применению оптико-электронных систем произошел в 40—50-х годах XX в. в результате внедрения оптико-электронной техники в производство и науку, а также из-за необходимости удовлетворения потребностей военной индустрии.

5. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Попытки создания вычислительных машин делались давно. К началу XIX в. было предложено довольно много изобретений вычислительных машин (В. Шиккард, Б. Паскаль, Г. Лейбниц, Ф. Ган и др.). Но это были машины, которые изготавливали всего в нескольких экземплярах. Лишь в 20-х годах XIX в. в этой области наступил известный прогресс.

Впервые производство счетных машин наладил Карл Томас в Париже. В 1818 г. он сконструировал, а в 1820 г. построил счетную машину, которую назвал арифмометром. В 1821 г. в мастерских Томаса было изготовлено 15 арифмометров, затем их выпуск был доведен до 100 штук в год. До конца века предприятием Томаса было выпущено около 2 тыс. арифмометров.

В основу арифмометра Томаса были положены ступенчатые валики Лейбница, а для умножения многозначных чисел служила подвижная каретка (также предложенная Лейбницем). Машины Томаса работали с довольно большой скоростью. Например, два восьмизначных числа можно было перемножить за 15 с, а разделить шестнадцатизначное число на восьмизначное — за 25 с. Машины Томаса существенно повлияли на все последующее счетное машиностроение.

Но арифмометр Томаса имел ряд существенных недостатков: он был довольно громоздким и тяжелым, каретка передвигалась неудобно, ручка вращалась в горизонтальной плоскости и т. д. Кроме того, арифмометр был достаточно дорог. В XIX в. многие конструкторы и ученые занимались усовершенствованием арифмометра Томаса. В дальнейшем все арифмометры, работающие на основе ступенчатых валиков, стали называться томас-машинами. Различные конструкции их употребляли и в XX в.

Несмотря на использование арифмометров Томаса, ощущалась необходимость в создании достаточно простой, дешевой и удобной в работе машины.

Более чем двухвековой опыт работы на счетах в России привел к тому, что счеты стали приспосабливать к возросшим требованиям вычислительной практики. Такие попытки были предприняты Ф. М. Свободским (1828 г.) и значительно позже И. Бураковым, А. Н. Большаном, Ф. В. Евзерским и др. Усовершенствование счет продолжалось и в начале XX в. (А. Талалай, Б. Н. Компанейский и др.).

В XIX в. получили некоторое распространение приборы с табличной основой. Наиболее известны из них две машины З. Я. Слонимского (1845 г.)

Машина Слонимского для сложения и вычитания была построена на простом принципе передвижения реек (передвигались дуги окружностей). Этот прибор непосредственно повлиял на счетный петербургского

учителя Куммера (1846 г.). Счислитель оказался настолько удачным, что его выпускают до настоящего времени у нас в стране и за рубежом. Такой прибор в 1891 г. во Франции выпустил Л. Труке; широко известны счетчики «Алдиатор» и т. п.

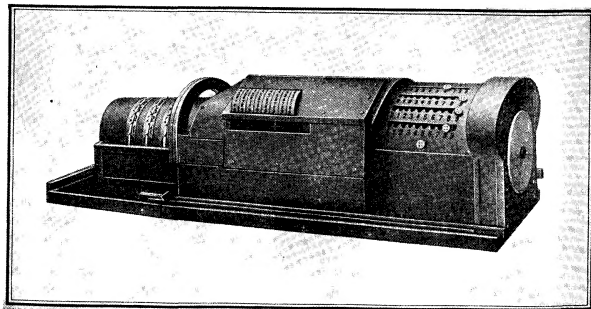
В течение всего XIX в. остро ощущалась потребность в простом и дешевом вычислительном приборе. Мы назовем только некоторые предложенные модели: арифмореаль (Франция, 1849 г.); прибор Арцберга (Швеция, 1866 г.); самосчеты В. Я. Буняковского (1867 г.); стержень Лейнера для сложения (Германия, 1878 г.); прибор Патетина для сложения (Франция, 1885 г.).

В 1881 г. Иоффе предложил для умножения и деления счетные бруски, которые были довольно широко распространены в России.

Счетная техника до последней четверти XIX в. развивалась главным образом в двух направлениях. Первое и основное из них — создание достаточно быстродействующих счетных машин, выполняющих четыре действия и удобных в обращении. Второе — изготовление простых и дешевых машин небольшой емкости для выполнения одного — двух действий.

Уже в первой половине XIX в. была полностью разработана автоматическая вычислительная машина с программным управлением. Ее автором был английский математик Ч. Бэббидж. Идеи Бэббиджа настолько опередили возможности своего времени, что были осуществлены только в XX в. при создании электронных вычислительных машин.

Не позже 1876 г. [80]. П. Л. Чебышев создал суммирующую машину с непрерывной передачей десятков. Во всех томас-машинах и других вычислительных приборах такая передача была дискретной: когда в низшем разряде набиралось 10 единиц, следующий высший разряд сразу перемещался на одно деление. При непрерывной передаче десятков, которая осуществляется в виде планетарной передачи, колесо высшего разряда по-



Арифмометр П. Л. Чебышева для четырех действий (1881 г.)

степенно поворачивается на одно деление, пока колесо низшего разряда совершает полный оборот. В 1881 г. Чебышев изобрел приставку к суммирующей машине, с помощью которой можно было умножать и делить.

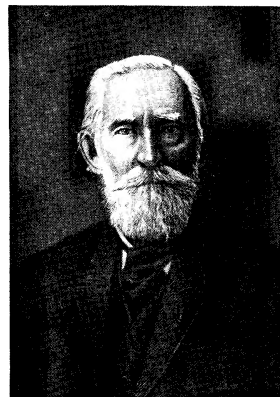
Арифмометр Чебышева существенно повлиял на дальнейшее развитие счетной техники. Принцип непрерывной передачи после Чебышева стали применять во многих счетчиках и счетных машинах. Примерами могут служить спидометр Н. Теслы, американская вычислительная машина «Мерченд», швейцарская «Директ».

В связи с применением электроприводов возрастали скорости работы малых вычислительных машин. При дискретной передаче десятков в этом случае неизбежно появлялись толчки. При непрерывной передаче ход машины плавный, что позволяло повысить скорость работы механических вычислительных устройств.

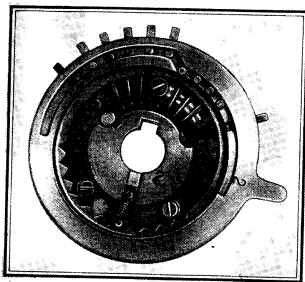
Все изготовляемые томас-машины были довольно громоздкими в первую очередь потому, что для каждого разряда необходим отдельный вал Лейбница, который не удавалось сделать очень маленьким. Для уменьшения размера ступенчатые валы изготовляли не в виде цилиндров, а только из их половинок. Но это принципиально не решало проблемы, пока не была изобретена зубчатка с переменным числом зубцов.

В 1872 г. Ф. Болдуин получил в США патент на такую зубчатку, но наладить производство арифмометров на ее основе ему не удалось. Арифмометры с зубчаткой с переменным числом зубцов широко распространились только после появления конструкций петербургского инженера В. Т. Однера, который начал работать над ними примерно в 1873 г. Первые патенты на арифмометр Однера были выданы в 1878 г. в Германии и в 1879 г. в России. Однако производство арифмометров по этим патентам не было налажено. Все последующие годы Однер работал над усовершенствованием своего арифмометра и в 1890 г. получил патент на новый вариант. При этом основная деталь арифмометра — зубчатка с переменным числом зубцов (колесо Однера) уже в первом варианте была выполнена настолько хорошо, что в дальнейшем не претерпела изменений.

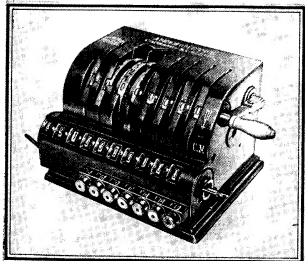
Арифмометры Однера после 1890 г. начали триумфальное шествие, их выискали во многих странах под разными названиями («Брунсви́га», «Триумфатор» и др.). Все арифмометры, в основе которых лежит колесо Однера, стали называть однер-машинами. В России изобретение Однера



Пафнутий Львович Чебышев
(1821—1894 гг.)



Колесо Однера (1873 г.)



Первый вариант арифмометра Однера (середина 1870-х годов)

печатки всех вводимых чисел, промежуточных и окончательных результатов. В скором времени клавишный набор чисел стал наиболее распространенным, его начали использовать во всех типах машин.

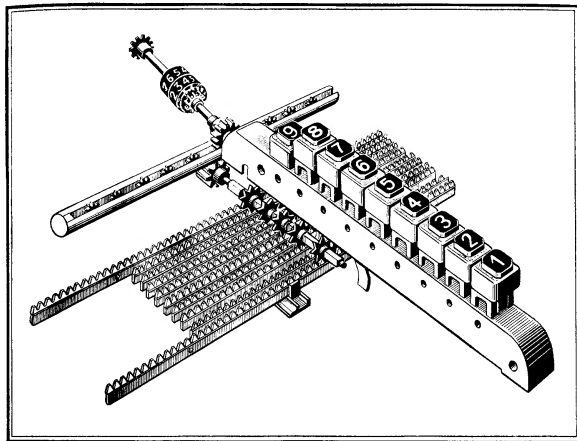
Наряду с полной клавиатурой (для каждого разряда 10 клавиш) начали выпускать машины и с десятиклавишной клавиатурой установочного механизма, которая оказалась удобной в суммирующих машинах. Наиболее известными из таких машин были «Дальтон», «Сендестранд» (США), «Астра» (Германия) и др.

Как отмечалось выше, клавишный набор чисел может быть приспособлен к любому типу машин. Но в 1905 г. Г. Гамайн (Германия) предложил

открыло путь к зарождению новой отрасли промышленности — производству счетных машин. Однер-машины еще в первой четверти XX в. были основными математическими машинами.

Как мы уже говорили, развитие и совершенствование вычислительных машин в последней четверти XIX в. шло в разных направлениях.

В 1855 г. Швейц в Швеции предложил записывающую счетную машину. Запись чеканилась на специальной свинцовой пластинке. Такой способ записи был несовершенен и в дальнейшем не применялся. В 1888 г. В. Барроуз (США) получил патент на суммирующую записывающую клавишную машину, которую он построил в 1892 г. В это время начинается переход на клавишный набор чисел. Рычажный набор, который существовал почти во всех счетных машинах, имел свои недостатки. Основной из них состоял в том, что, набирая числа, легко допустить ошибку, не поставив рычаг против нужной цифры. Значительно удобнее оказался клавишный набор. В 1896 г. Е. Фейлт и Р. Тарран (США) сконструировали клавишную счетную машину для четырех арифметических действий, впоследствии в нее внесли усовершенствования, и можно было получать от



Часть механизма вычислительной машины с пропорциональным рычагом (1905 г.)

новый принцип работы машины — принцип пропорционального рычага, который был приспособлен специально к клавишному набору чисел. Идея механизма такой машины была использована Гамайном в созданной им машине «Мерседес Евклид».

Все арифмометры, на которых можно проводить умножение, выполняли это действие заменой умножения поразрядным сложением. Но еще Лейбниц высказал мысль о том, что в машинах можно осуществить другой принцип, позволяющий умножать на однозначное число одним поворотом рукоятки. В 1889 г. такой арифмометр был создан Л. Болле (Франция).

Основной деталью прибора Болле были счетные пластинки, на которых находились вертикальные столбики разной длины, веществом изображавшие таблицу умножения. После набора множителя при вращении рукоятки соответствующие столбики толкали на определенную величину зубчатые полосы, с которыми входили в зацепление циферблаты. Таким образом, при умножении на однозначное число требовался только один поворот рукоятки, а общее число оборотов в арифмометре Болле равнялось числу цифр множителя, а не сумме его цифр, как это было у всех предыдущих арифмометров.

На приборе Болле значительно сокращалось время при выполнении умножения и отчасти деления, поэтому его часто называли множительной

машинной. Но арифмометр Болле имел свои недостатки. Это его довольно сложное устройство, что вело к частым неисправностям. Он был громоздким и тяжелым, устанавливался на специальном столе, дорог в изготовлении. В результате этого арифмометр Болле распространения не получил. С принципиальной же точки зрения машина Болле имела существенное значение: ее можно считать переходной к настоящей счетной машине [81]. На таком же принципе несколько позже был построен арифмометр Э. Зеллигера (Германия) и получивший некоторое распространение арифмометр О. Штейгера «Миллионер» (Германия, 1893 г.), который выпускали и в начале XX в. В 20-е годы идею Болле использовал в своей пишущей счетной машине Гопкинс (США).

В конце XIX в. были созданы пишущие счетные машины: «Урания-Вега» (Германия), «Эллис» и «Мун-Гопкинс» (США) и др.

Несмотря на разнообразие машин, развитие науки и техники требовало увеличения скорости вычислений, повышения надежности работы и облегчения работы вычислителей. Арифмометры не удовлетворяли этим возрастным требованиям. Все они обладали существенными недостатками: для их работы необходимо было вращать ручку, следовательно, работа велась с малой скоростью; наличие только одного счетчика не давало возможности проводить одновременно несколько расчетов по разным параметрам и т. д.

С развитием теории электричества, а также техники слабых токов стал актуальным вопрос о применении в счетных машинах электричества. В конце XIX в. его начали использовать только как движущую силу, которая вместо ручки счетчика приводила в движение механизм. Такой электрический (или моторный) привод стали применять во всех старых типах машин; при этом значительно увеличилась скорость работы, достигая 400—500 об/мин. Наиболее распространенными машинами такого типа были «Вальтер», «Архимед», «Фацил», «Мерседес Евклид» и др.

В дальнейшем стали создавать автоматические машины, которые после установки чисел должны были работать без дальнейшего вмешательства вычислителя.

К разработке электромеханических машин изобретателей побуждала потребность в обработке результатов переписей населения, которые с конца XIX в. стали проводить более или менее регулярно.

В 1888 г. Г. Голлерит (США) разработал конструкцию машины (табулятор), которая была впервые применена при обработке материалов переписи населения США в 1890 г. Ее использовали при переписи в Австрии (1890 г.), Канаде (1891 г.) и других странах. На машинах Голлерита обрабатывали результаты первой Всероссийской переписи населения в 1897 г. Табулятор Голлерита широко использовали на больших предприятиях, в статистических управлениях и других организациях в начале XX в.

Как и при ручной обработке, на каждое лицо, проходящее перепись, при работе на табуляторе Голлерита заводили счетную карточку, разделенную на колонки, соответствующие определенным вопросам. В каждой колонке пробивалась дырочка, которая соответствовала ответу на вопрос. Первоначально было предусмотрено 10 позиций для дырочек. Отверстия пробивали специальным прибором, построенным на принципе пантографа, на котором за час можно было приготовить 80 карточек. Пробитые

карточки (перфокарты) в дальнейшем позволяли вести механизированный подсчет.

Машина Голлерита состояла из воспринимающего пресса, сортировального ящика, счетчика и источника энергии (электрические батареи). Работа происходила следующим образом. Перфокарты укладывали на пресс над чашечками с ртутью, число которых соответствовало возможным ответам в карточке. К ртутным чашечкам подводился электроток. В верхней части пресса находились металлические стержни, которые, проходя через отверстия, пробитые в карточке, замыкали цепь через чашечку с ртутью и на счетчике, соответствующем данному признаку, отсчитывалась единица. В тех же местах, где отверстий в карточке не было, стержни не замыкали цепь. Машина позволяла также подсчитывать сочетания различных признаков.

В машине Голлерита можно было устанавливать от 40 до 120 счетчиков. За один пропуск перфокарт на машине с 80 счетчиками можно было подсчитать, например, распределение населения по восьми признакам, каждый из которых имел до десяти вариантов ответа.

Каждая ячейка сортировального ящика была закрыта крышкой. При пропуске через пресс карточки крышка соответствующей ячейки под воздействием подключающегося магнита открывалась. Карточку снимали вручную с пресса и опускали в открытую ячейку, крышку ящика закрывали.

Один человек на машине Голлерита пропускал до 1000 карточек в час, при этом карточки можно было подсчитывать сразу по нескольким признакам. Самым трудоемким процессом в машине была пробивка перфокарт, но это компенсировалось тем, что перфокарты обычно использовали неоднократно.

Голлерит создал машину, работающую на электромеханическом принципе: счетчики в ней были механическими, а управление осуществлялось электрическими импульсами. Машина Голлерита была счетно-аналитической машиной, соединявшей принцип механического счета с возможностью некоторого автоматического сопоставления и анализа. Развитие принципов, используемых в первых машинах Голлерита, легло в основу последующих разработок перфорационных вычислительных машин.

Применение машины Голлерита, а также использование электропривода в малых вычислительных машинах стало началом нового периода в развитии вычислительных машин — электрического (часто в литературе машины такого типа называют электромеханическими).

В дальнейшем табулятор превратился в счетно-пишущий автомат, и автомат вел подсчет с записью входных данных и итогов. Усовершенствованные счетно-аналитические машины стали представлять комплект из ряда отдельных машин, выполнявших массовые, специализированные операции по обработке перфокарт.

В 1904 г. счетно-аналитические машины стали использовать в заводской бухгалтерии на одном из крупных сталелитейных заводов в США, а вскоре и в крупных бухгалтериях в Германии. После первой мировой войны Германия резко увеличила это применение.

После машины Голлерита появились другие счетно-аналитические машины. Наиболее известны из них машины Пауэра. Некоторые распространение получили машины Лангфорда, позже — Буля. Машины Пауэр-

са (так же как и Голлерита) выпускали в различных вариантах. Существовали машины клавишные и без клавиш, печатавшие и не печатавшие, с горизонтальной и вертикальной сортировкой и т. п. В более поздних выпусках перфокарты пробивали при помощи электромагнита, вычислительно необходимо было только замкнуть контакт [82].

В СССР счетно-аналитические машины были впервые применены в 1925 г. в Харькове (машина Пауэрса).

Мы пока останавливались только на цифровых вычислительных машинах (ЦВМ), но вычислительные машины развивались и в виде аналоговых устройств (устройств непрерывного действия), в которых числа представлялись в виде определенных физических величин (длины, углы, электрические напряжения и т. д.).

Теория ЦВМ до XX в. играла второстепенную роль, почти все машины отражали позиционный десятиричный принцип и правила действий с целыми числами и дробями. Только в некоторых случаях (например, в машине Слонимского) требовалась более сложная теория. Отдельно стоит изобретение Бэббиджа, оценку которого можно дать только в сравнении с электронными вычислительными машинами.

В отличие от ЦВМ аналоговые машины требовали теоретического обоснования в зависимости от того, какими физическими процессами моделировались решавшиеся задачи, а также в зависимости от характера самих задач.

Вскоре после изобретения Дж. Непером логарифмов (конец XVI в.) и опубликования первых логарифмических таблиц (1614 г.) Э. Гунтер предложил логарифмическую шкалу, которую можно было использовать для произведения математических операций (при помощи циркуля). В. Отред предложил счетный логарифмический круг. Э. Уингейт, а затем С. Парtridge стали употреблять две одинаковые шкалы, скользящие одна относительно другой. Уже к концу XVII в. логарифмическая линейка приняла, по существу, современный вид. Счетная линейка в самых различных модификациях и в XIX в. была одним из наиболее распространенных математических инструментов. Кроме того, идея логарифмической линейки была использована во многих вычислительных машинах, например, в счетной спирали Фюллера (Германия), цилиндре Течера (США), счетных колесах Бейерле (Германия) и Виллатора (Швейцария).

В XIX в. получили распространение планиметры — устройства, позволяющие по границе плоской фигуры определить ее площадь. Первый планиметр был создан в 1814 г. немецким ученым Германном. Точность измерения уже первых образцов достигла 0,25%. Затем последовали планиметры Гонелла (1824 г.), Оппкофера (1827 г.), Штарке (1849 г.), Занга (1852 г.) и др.

Из большого количества планиметров следует отметить полярные планиметры А. Амслера (Германия), которые выпускались начиная с 1854 г. в течение многих десятилетий, в том числе и в XX в. В том же году, независимо от Амслера, создал свой планиметр П. А. Зарубин.

Некоторые планиметры середины XIX в. были уже фактически интегриметрами, так как они позволяли получать значение интеграла
$$\int_0^x y dx$$

при движении вдоль обводной кривой $y = f(x)$. Во второй половине XIX в. число таких разнообразных приборов было велико. Развитие планиметров и интегриметров привело к появлению гармонических анализаторов, служащих для определения коэффициентов ряда Фурье; моментометров, позволяющих определить моменты разных порядков данной площади относительно данной оси; стилтес-планиметров для вычисления интеграла Стильтеса и других аналоговых машин.

Первую конструкцию прибора для интегрирования дифференциальных уравнений (интеграфа) создал в 1879 г. польский ученый Б. Абданк-Абаканович, хотя такую же идею высказал еще в 1836 г. Г. Корнолис.

Интеграф Абданка-Абакановича вычислял с помощью обводного плтифа графики первообразной функции $F(x) = \int f(x) dx$. Одной из существенных деталей этого интеграфа является колесико с острым ободком, получившее впоследствии название колесика Абданк-Абакановича. В дальнейшем этот прибор неоднократно усовершенствовался, но до сих пор во всех интеграфах в качестве интегрирующего механизма употребляется это колесико.

В конце XIX в. А. Н. Крылов разработал принципы построения интегрирующего устройства и на их основе в 1911 г. построил дифференциальный анализатор.

В развитии аналоговых вычислительных машин существенную роль сыграли работы П. Л. Чебышева по теории функций, наименее уклоняющихся от нуля.

Во второй половине XIX в. создавали машины для решения различных видов алгебраических уравнений и их систем (Мемке, Вельтман и др.). Гидроинтеграторы Петровича (Югославия, 1897 г.) предназначались для исследования самых разнообразных процессов.

В течение всего XIX в. и в начале XX в. в развитии вычислительных машин основная роль принадлежала ЦВМ, несмотря на это АВМ с успехом использовались при решении специальных задач.

В XX в. на базе электронной техники наблюдается интеграция обоих направлений: создавались гибридные системы, сочетающие свойства и аналоговых и цифровых устройств.

6. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ ОТРАСЛЬ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Бурные темпы промышленного развития в XIX в. сказались и на развитии приборостроения — запросы промышленности и науки вызвали огромный и неизменно растущий выпуск изделий оптики и точной механики. Это стало возможным благодаря достижениям точных наук, техники и оптического стеклолечения.

На смену небольшим оптическим мастерским, где хозяин — мастер специалист и два-три помощника выполняли всю работу [83], пришли предприятия промышленного типа, такие, например, как оптико-механическое предприятие, открытое в 1846 г. Карлом Пейсом в Йене (Германия). Поскольку это предприятие в рассматриваемый период было ведущим в

мировой оптико-механической промышленности, мы осветили его деятельность более подробно.

Карл Цейс с первых дней работы предприятия начал претворять в жизнь свою идею «основывать практическое конструирование микроскопов целиком на научной теории и поставить под ее строгий контроль все их изготовления» [84, с. 227].

Решающую роль в работе предприятия Цейса сыграл Йенский университет. Бурное развитие естественных наук в середине XIX в. потребовало от предприятия освоения и быстрого увеличения выпуска микроскопов. Так, за первые 20 лет (с 1846 по 1866 г.) было изготовлено 1000 микроскопов, за последующие 10 лет (с 1867 по 1877 г.) — уже около 2000. Предприятие обеспечивало университет необходимыми инструментами, ученые же университета, такие, например, как Эрнст Аббе, содействовали подъему фирмы Цейса способствовало сотрудничеству с Отто Шоттом, создавшим в 1884 г. в Йене предприятие по производству оптического стекла. Это исключило зависимость фирмы от французских и английских поставщиков оптического стекла [84].

Деятельность Э. Аббе на предприятии Цейса была исключительно плодотворна — разработанную им дифракционную теорию ограничения несомненно важных объектов, позволившую создать прекрасные микроскопы (в сочетании с компенсационным окуляром и осветительным устройством его же конструкции), он использовал и во многих других приборах. Ему принадлежат интересные оптико-механические конструкции апертометра, рефлектометра, рефрактометра, спектрометра, фотометра, дальномера и оптического компаратора. Сотрудничество с О. Шоттом позволило создать новые сорта стекол (с добавками лития, фосфора и бора), сконструировать и подготовить объективы-апохроматы, дающие прекрасное неокрашенное изображение во всем поле зрения. В 1894 г. Аббе сконструировал призматические бинокли, производство которых на предприятии впоследствии достигло миллионов экземпляров [84, с. 228].

С 1897 г. в номенклатуре изделий предприятия Цейса появились астрономические приборы — рефракторы, рефлекторы, астрографы, астроискатели, кометописатели, планетостаты, координатно-измерительные машины, пассажные инструменты, блинк-компараторы, а с 1901 г. и стереокомпараторы, аэрофотоаппаратура и наземные фотограмметрические приборы. С 1908 г. началось изготовление геодезических инструментов — теодолитов, нивелиров и тахеометров, а с 1912 г. — разнообразных офтальмологических приборов [84, с. 229].

Решающими факторами быстрого возникновения фирмы «Carl Zeiss» не только в германской, но и в мировой оптической промышленности были ускоренное внедрение новейших достижений науки в производство и монополичный контроль над производством качественного оптического стекла фирмы «Jenaer Glaswerk Schott und Genossen». Предприятие Шотта принадлежало в значительной степени владельцам фирмы «Carl Zeiss». Так, например, в начале XX в. фирме Цейса принадлежало 40% вложенных в предприятие Шотта капиталов [85, с. 96].

О росте фирмы «Carl Zeiss» свидетельствуют данные о числе работающих. В 1850 г. на предприятии было занято около 10 человек, а в 1915 — 6800 человек [85, с. 97].

Огромный объем производства дал возможность руководству фирмы «Carl Zeiss» сконцентрировать большие средства, подавить основных конкурентов на внутреннем рынке и успешно проводить политику экономической экспансии на внешнем рынке. В фонде Правления петербургских Обуховского и Ижорского заводов (хранящемся в Центральном Государственном архиве военно-морского флота) имеется докладная записка начальника Обуховского завода, представленная им в 1908 г. в Морское министерство, в которой характеризуется экономическая политика фирмы «Цейс»: «...завод Шотта находится в очень тесной зависимости от завода Цейса, в очень же сравнительно непродолжительном времени он перейдет и в полную его собственность. Цейс же, обладая огромными средствами, полагается в настоящее время монополизировать оптическую промышленность всего мира, один оптические заводы скупая, с другими вступая в различные соглашения; ...Таким образом, Цейс, имея в своих руках главный источник оптического стекла, может поставить и несомненно поставит не вошедшие с ним в соглашение заводы в безвыходное положение, лишив их сырого материала для производства» [86, с. 177].

Тем не менее в конце XIX — в первой четверти XX в. число фирм, изготовлявших разнообразные оптико-механические приборы в различных странах значительно возросло. Первое место по приборостроению занимала Германия [87, с. 94].

В России в рассматриваемый период также существовали государственные и частные оптико-механические предприятия. Рассмотрим деятельность некоторых из них.

На протяжении почти всего XIX в. основным оптико-механическим предприятием России было «Механическое заведение» Военно-топографического депо Главного штаба, деятельность которого сыграла важную роль в развитии астрономо-геодезического приборостроения. В мастерской, созданной в 1811 г. «для приготовления различных математических инструментов для квартирмейстерской части, Депо карт и Инженерного департамента» [88, с. 331—361], по проекту профессора астрономии и физики К. Х. Рейсига (который более 45 лет был ее бессменным директором) [89, с. 159—183], изготавливали разнообразные инструменты: зеркальные линейки, мензурлы, астролябии и буссоли с диоптрами, нивелиры, алиады



Карл Фридрих Цейс
(1816—1888 гг.)

со зрительными трубами, зеркальные секстанты, зеркальные циркули, «определяющие углы посредством отражения», а также разных размеров повторительные теодолиты с поверительными трубами. В мастерской изготавливали также зрительные трубы, карманные секстанты, секундомеры, базисные приборы, нормальные меры и в большом количестве барометры, термометры, мерные ленты, поперечные масштабы, готвальны и другие чертежные инструменты. Производили в мастерской и морские часы, хронометры и пассажные трубы.

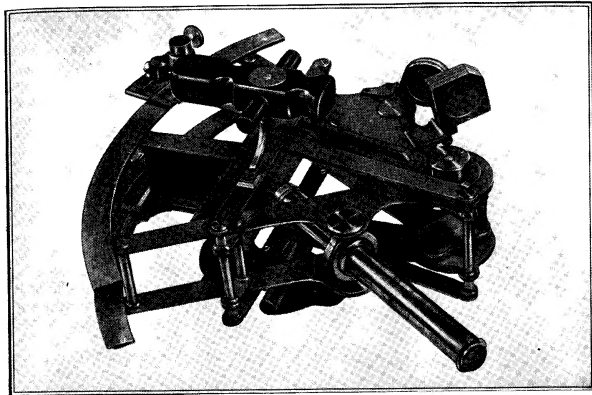
Сороковые и пятидесятые годы XIX в. были годами наибольшего расцвета Механической мастерской. К перечисленным выше приборам добавились зеркальные гелиотропы с микрометренными винтами и зрительными трубами, пантографы, малые теодолиты, нивелир-мезаулы, уровни, буссоли-высотомеры и буссоли-транспортиры. Во второй половине XIX в. после четырехкратного (в 1851, 1863, 1867 и 1877 гг.) сокращения штатов объем работ мастерской значительно уменьшился, но творческая деятельность работавших там механиков продолжалась. В 1868 г. был создан замечательный инструмент, так называемый кипрегель-высотомер-дальномер, давший возможность значительно ускорить топографические съемки и повысить их качество. В последней четверти XIX в. в мастерской изготавливали высокоточные нивелиры, усовершенствованные Д. Д. Гедеоным, дифференциальные барометры, предложенные Д. И. Менделеевым, усовершенствованный рельсовый компаратор для компарирования проволоки базисного прибора системы Едерина.

Второй государственной оптико-механической мастерской России в XIX в. была мастерская Гидрографического управления Морского министерства [90, с. 270—279], созданная еще в XVIII в.

Особенно плодотворным в деятельности мастерской был период с 1818 по 1858 г., когда мастерская находилась при Адмиралтейских Ижорских заводах и ею руководил замечательный изобретатель, механик-самоучка А. В. Самойлов [91].

К середине XIX в. мастерская Ижорских заводов выпускала значительное количество самых разнообразных инструментов (более 230 наименований), среди которых были оптические, физические и математические инструменты — теодолиты с призмами, нивелиры, астролябии двух типов, кипрегели двух типов, мезаулы с принадлежностями, секстанты большие, или, как их тогда называли, двойные с повторительной алидадой, секстанты карманные, пантографы, протракторы, различные инклинометры, квадранты, искусственные горизонты, компасы, секундомеры, барометры, термометры, мерные цепи, различные буссоли, чертежные и другие инструменты¹.

Объем выполнявшихся в мастерской работ был также весьма значительным. Она производила инструменты для большинства гидрографических экспедиций. В 60-х годах XIX в. большая часть инструментов для русского флота производилась в мастерской при Адмиралтейских Ижорских заводах [92]. Здесь было налажено производство различных инструментов, а также проверка и исправление всех инструментов перед выдачей их на суда. В последней четверти XIX в. в связи с бурным ростом па-



Секстант работы механического заведения Гидрографического департамента Морского министерства (Россия, конец XIX в.)

рового флота наибольшее внимание было обращено на изготовление различных магнитных инструментов. В новом положении о мастерской, утвержденном в 1889 г., даже предусматривалась специальная должность заведующего научной стороной компасного и магнитного дела².

С 1908 по 1917 г., когда в мастерской работал бывший пулковский механик Г. А. Фрейберг-Кондратьев, в ней было организовано изготовление высокоточных астрономо-геодезических и навигационных инструментов — секстантов, зенит-телескопов, малых универсальных инструментов, магнитных теодолитов и многих других³.

О масштабах и деятельности мастерской Гидрографического управления в первом десятилетии XX в. можно судить по отчету Г. А. Фрейберга-Кондратьева, составленному им в конце 1908 г., где отмечалось, что в мастерской в то время работало 78 мастеровых, 35 учеников и 11 чернорабочих и было изготовлено новых и отремонтировано старых инструментов на сумму более 160 тыс. руб., причем, кроме компасов и других мореходных и астрономических инструментов, изготовлено четыре зенит-телескопа⁴.

² ЦГАВМФ, ф. 404, оп. 1, 1890, № 1429, л. 96.

³ Ленинградское отделение Архива Академии наук СССР (ЛО Архива АН СССР), ф. 703, оп. 3, № 137, л. 59.

⁴ ЦГАВМФ, ф. 404, оп. 1, 1909, № 6975, л. 326—328.

¹ Центральный государственный архив Военно-морского флота (ЦГАВМФ), ф. 402, оп. 2, 1856, № 542, л. 15—22.



Георг Константинович Брауэр
(1816—1882 гг.)

Таким образом, мастерская мореходных инструментов за сто лет своего существования выполнила большой объем работ, изготовила много инструментов удобных и оригинальных конструкций, высокое качество которых неоднократно отмечалось на всероссийских и международных выставках. Приведем лишь один из отзывов, присланных Мануфактурным советом Министерства финансов в Гидрографический департамент об инструментах, представленных оптико-механической мастерской этого департамента на выставку в Москве в 1865 г.: «...эксперты, назначенные для рассмотрения мореходных инструментов, нашли, что изделия... мастерской... приносящей нашему флоту несомненную пользу, не носят на себе рутинного характера копий с общепринятых оригиналов, а напротив, почти все представляют какие-либо улучшения и упрощения... Аккуратность и тщательность исполнения этих инструментов... свидетельствуют



Василий Федорович Гербст
(1842—1908 гг.)

особенно в последние годы, обширную славу своими произведениями инструментальной механики, и в него часто обращались со своими требованиями все те правительственные места, под ведомством которых состоят занятия, требующие для своего исполнения точнейших снарядов. Ограниченные средства заведения, а особенно недостаток помещения препятствовали ему исполнить все требования сего рода; посему желательнее доставить сему заведению средства для более обширного круга действий... Только тесная связь с обсерваторией доставила нашему механическому заведению возможность изготовлять в России математические инструменты столь совершенные, что они не только не опасаются соперничества наилучших заграничных произведений, но значительно превосходят их при применении в практике [94]. К сожалению, предложение В. Я. Струве принято не было и все осталось без изменений.

Мастерской Пулковской обсерватории, оборудованной двумя делительными машинами, большими и малыми токарными станками, специальным станком для нарезки зубчатых колес и другими машинами, более 20 лет руководил Г. К. Брауэр. О его деятельности академик О. В. Струве написал: «Постоянное общение нашего механика с эдипскими астрономами, а равно с лицами, отправляющимися отсюда в экспедиции, познало его (Брауэра). — З. С.» со всеми требованиями практики в такой степени, что он, быть может, превосходит по этой части всех современных художников. Естественным последствием его обширной опытности является тот факт, что нет почти ни одного привезенного из-за границы инструмента, назначенного для географических работ, который бы не был дополнен или даже усовершенствован в заведении Брауэра перед употреблением в дело. Даже отличные произведения по всей справедливости высокоточного заведения Репсольдов в Гамбурге в этом отношении не составляют исключения» [95]. После ухода Г. К. Брауэра из Пулкова на его место был назначен В. Ф. Гербст, руководивший мастерской около 18 лет. Это был, так же как и Брауэр, механик-ученый. Работы, выполненные за эти годы Гербстом «самостоятельно и весьма искусно», перечислены в документе, выданном ему руководством обсерватории: «12-дюймовая делительная машина для кругов. — 205 уровней. — 4 испытателя уровней. — 24 параллактические монтировки. — 13 переносных пассажных инструментов (№ 1 — для Кембриджской обсерватории

о хорошем состоянии мастерской и об обширных ее размерах. Все выставленные мастерской инструменты отнесены к первому разряду»⁵.

Механическая мастерская Пулковской обсерватории в истории отечественного приборостроения занимает особое место, так как в ней, начиная с 1839 г., когда была открыта обсерватория, изготавливали высокоточные астрономо-геодезические инструменты. Пулковская мастерская благодаря работам Уло Порта (1839—1845 гг.), Георга Константиновича Брауэра (1845—1866 гг.), Василия Федоровича Гербста (1867—1885 гг.) и Генриха Андреевича Фрейберга-Кондратьева (1895—1908 гг.) получила большую известность как у нас в стране, так и за границей [93].

В 1856 г. Гидрографический департамент, предполагая упразднить свою оптико-механическую мастерскую на Ижорских заводах (из-за неудобств, связанных с удаленностью мастерских)⁶, направил в Пулковскую обсерваторию запрос, не сможет ли мастерская обсерватории, которая к тому времени себя уже хорошо зарекомендовала, выполнять и заказы Гидрографического департамента на изготовление инструментов.

В связи с этим запросом директор обсерватории академик В. Я. Струве разработал проект расширения механической мастерской, в котором говорилось: «Механическое заведение Главной обсерватории приобрело,

⁵ ЦГАВМФ, ф. 402, оп. 2, 1864, № 1935, л. 22.

⁶ Мастерская упразднена не была, а в 1858 г., как уже отмечалось выше, ее перевели в Адмиралтейство.

в Америке, № 7 для Шведского Генерального Штаба, № 12 для германского астронома). — Пищущий прибор для Кембриджской обсерватории. — 16 масштабов и нормальных мер с делениями от 42 до 80 дюймов и 10 питангенциркулей. — 2 переносных барометра системы Паррота. — 67 ламп для астрономических наблюдений. — 46 ртутных горизонтов. — 5 инструментов для измерения на море малых углов. — 5-футовый дальномер системы О. В. Струве. — 2 базисных прибора с жезлами в сажен и три компаратора. — 4 универсальных инструмента. — 3 нивелир-теодолита; и многие другие приборы и приспособления для научных работ. Кроме того, он часто имел случай высказать свое искусство в обращении с астрономическими часами а также в граверной и чертёжной специальности»⁷.

С 1895 г. почти 13 лет работал в Пулковской обсерватории Г. А. Фрейберг-Кондратьев; он изготовлял малые универсальные инструменты, переносные вертикальные круги, переносные зенит-телескопы с прямыми и ломаными трубами, зрительные трубы с параллактическими установками, пассажные инструменты, малые теодолиты. В начале XX столетия Фрейберг-Кондратьев изготовил для Пулковской обсерватории большой зенит-телескоп, о котором в 1945 г. в юбилейном сборнике, посвященном 100-летию обсерватории, говорилось, что он оказался «первоклассным астрономическим инструментом и до настоящего времени может считаться одним из лучших экземпляров визуальных зенит-телескопов» [96]. С переходом Фрейберга-Кондратьева в Морское министерство производство высокоточных астрономических и геодезических приборов в Пулкове прекратилось.

В первом десятилетии XX в. значительное развитие получила военная оптика. Начавшаяся в 1904 г. война с Японией показала, что русская армия совершенно неудовлетворительно снабжена оптическими прицелами и дальномерами. Поэтому вопрос о создании оптико-механического предприятия для изготовления военной оптики, поднятый А. Н. Крыловым, А. Л. Гершуном и Я. Н. Перепелкиным, был быстро решен. В 1905 г. при Обуховском заводе открыли оптико-механическую мастерскую [86, с. 102—111], где стали разрабатывать и выпускать новые модели приборов. Наиболее важным из них был панорамический прицел, получивший в армии очень широкое применение. В мастерской изготовлялись также полевые призматические бинокли, стереотрубы, артиллерийские буссоли с оптическим визиром и другие инструменты.

О быстром росте оптической мастерской свидетельствует увеличение числа работающих в ней человек. В 1905 г. в мастерской было 8, в 1910 г. 95, в 1915 г. 494, а в 1917 г. уже 693 человека [97].

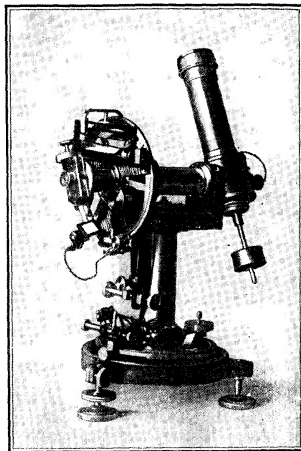
Начавшаяся в 1914 г. первая мировая война потребовала огромного количества оптических приборов военного назначения. Значительно расширилось их производство в мастерской Обуховского завода. Кроме того, для изготовления военной оптики правительство решило создать в Петербурге новый оптический завод. В 1914 г. А. Л. Гершуна был назначен директором-распорядителем Российского акционерного общества оптических и механических производств и в 1915 г. созданный под его руковод-

ством оптический завод уже выполнял крупные заказы Военного министерства [98].

Значительный процент изготовляемых в России точных приборов приходился на долю частных оптико-механических предприятий. Правда, эти предприятия находились в весьма трудном положении — безразличное отношение к ним царского правительства тормозило развитие и ограничивало их инициативу. В начале XX столетия стал подниматься вопрос об ограничении ввоза в Россию иностранных изделий и о поддержке отечественной промышленности. В решении Комиссии по ограничению заграничных заказов отмечалось: «Заграничные заводы поставлены в совершенно иные условия, чем наши: так, например, в Англии есть много заводов, гарантированных казною и получающих временно, в случае отсутствия частных заказов, известные, в заранее определенных суммах, правительственные заказы, в возмещение недоборов по заказам частным; кроме того, многие специальные заграничные заводы имеют свой свит произведений по все части света; ничего подобного, как известно, в России не существует и посему наши заводы страдают от недостатка заказов гораздо более, чем западные...»⁸.

Отмечали это неоднократно и сами работавшие в России оптики — владельцы небольших мастерских. Так, например, в 1880 г. петербургский оптик К. Вотьке обратился в Военное министерство с просьбой заказать на его фабрике бинокли, потребные министерству, изготовляемые «русскими мастерами... и которые будут не хуже изготовляемых заграничными мастерами и обойдутся по такой же цене»⁹.

Известный петербургский оптик И. Я. Урлауб, открывший в 1877 г. фабрику, специализировавшуюся сначала на изготовлении офтальмологической оптики, а затем и астрономических и других оптических инструментов, объяснял отставание оптико-механической промышленности России в целом от промышленности западноевропейских стран отсутствием в



Зенит-телескоп с ломаной трубой работы Г. А. Фрейберга-Кондратьева (Россия, конец XIX в.)

⁷ ЛЮ Архива АН СССР, ф. 703, оп. 3, № 45, л. 32.

⁸ ЦГВИА, ф. 404, оп. 10/64, 1902, № 13, л. 71.

⁹ ЦГВИА, ф. 404, оп. 6/969, св. 958, 1880, № 9, л. 73.

нашей стране базы оптического стекловарения, чему также пытался найти объяснение: «...отсталость русского стеклового производства от зарубежного, — писал он, — объясняется отнюдь не отсутствием у нас для этого людей и знания, а меркантильными соображениями фабрикантов... для них являлось безынтересным готовить стекло для научных целей и инструментов, — стекло, требующее большего совершенства производства, между тем как в продаже оно может обращаться в небольшом количестве и... не представит коммерческих выгод. К этой причине следует частично отнести то обстоятельство, что самостоятельное оптическое производство... с большим трудом привилось в России» [98, с. 8, 9].

Урлауб считал необходимым бороться с «неправильным, укоренившимся у нас пристрастием к изделиям зарубежного производства» и, отмечая значительные успехи производства у нас оптических медицинских инструментов, говорил, что «спройдут годы развития русского оптического производства, будет иметь место шлифовка всевозможных стекол» и что «есть полное основание утверждать, что в будущем наше оптическое производство даже опередит западное» [98, с. 32, 41].

Эта уверенность И. Я. Урлауба полностью подтвердилась. В 1914 г. при участии А. Л. Гершуна, Н. Н. Качалова и В. Е. Тищенко начались первые опыты по изготовлению оптического стекла. В 1915 г. к этим работам подключились И. В. Гребенщиков, В. Е. Грум-Гржимайло, Н. С. Курнаков и Д. С. Рождественский. Заводу удалось освоить выпуск трех сортов оптического стекла [86]. И хотя работы, выполненные в 1914—1917 гг., не смогли удовлетворить в России спрос на оптическое стекло, они стали фундаментом для промышленного производства оптического стекла, организованного в нашей стране после Октябрьской революции, позволившего создать мощную отечественную оптико-механическую промышленность.

ВОЕННАЯ ТЕХНИКА

1. МИЛИТАРИЗМ
И ПОДГОТОВКА К ПЕРЕДЕЛУ МИРА

Конец XIX — начало XX в. ознаменовались перерастанием капитализма в высшую и последнюю стадию своего развития. Это был, по характеристике В. И. Ленина, «переход количества в качество, переход развитого капитализма в империализм»¹. Империализм довел все противоречия, присущие капиталистическому обществу, до крайней степени обострения. Одним из характерных явлений капитализма на последней стадии его развития стал империалистический милитаризм, направленный на осуществление политики захватнических войн и подавления сопротивления трудящихся. Милитаризм как социальное явление представляет собой систему экономических, политических, идеологических и непосредственно военных мероприятий, связанных с подготовкой и проведением империалистических войн агрессивными капиталистическими государствами.

Подчеркивая усиление милитаризма в эпоху империализма, В. И. Ленин вскрыл особые причины этого явления, которые кроются в монополистическом характере экономики в новую историческую эпоху. Ленин писал, что «империализм, т. е. монополистический капитализм, окончательно созрел лишь в XX веке, по экономическим его коренным свойствам, отличается наименьшим мирлобием и свободолобием, наибольшим и повсеместным развитием военизации»². В условиях монополистического капитализма, характеризующегося господством свободной конкуренции, не было необходимости в повсеместной и всесторонней милитаризации. Для этого периода были характерны охватывающие, как правило, небольшое число стран национальные войны, длившиеся сравнительно короткое время. На империалистической стадии развития капитализма, подчеркивал В. И. Ленин, производительные силы и размеры капитала развитых капиталистических стран к началу XX столетия переросли узкие рамки отдельных национальных государств. Это породило стремление крупных капиталистических держав к порабощению чужих наций, к захвату колоний, к сосредоточению в одних руках всех источников сырья и рынков сбыта³.

К концу XIX в. в результате усиленного порабощения колоний капиталистическими государствами раздел мира оказался законченным. Из 25 млн. км² территорий, захваченных развитыми капиталистическими державами с 1876 по 1914 г., большая доля досталась Англии и Франции. Более молодым капиталистическим странам — США, Германии, Японии —

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 27, с. 387.

² Там же, т. 37, с. 248.

³ См.: Там же, т. 26, с. 282.

пришлось удовлетвориться сравнительно второстепенными колониальными владениями⁴.

Завершение территориального раздела мира вызвало борьбу за его перелом. В силу действия закона неравномерности развития капиталистических стран Германия в последней трети XIX в. не только догнала, но и перегнала в экономическом отношении Англию (и другие страны Европы), лишив ее монопольного положения в промышленном производстве и на мировом рынке. Это привело к обострению противоречий между Германией и Англией. Одновременно оказалась отсеченной па 4-е место среди великих держав Франция. Стремясь к коренному переделу мира, Германия в 1879—1882 г. сколотила военно-политический блок (Тройственный союз: Германия, Австро-Венгрия, Италия), положивший начало разделу Европы на противостоящие политические группировки и направленный на подготовку мировой войны. В противовес этому империалистическому блоку в условиях острой конкурентной борьбы, локальных конфликтов и противоречий с 70-х годов XIX в. стал постепенно складываться блок Англии, Франции и России.

Первым ответом на лежащее в основе Тройственного союза австро-германское соглашение 1879 г. явился франко-русский союз, сложившийся в 1891—1893 гг. В 1904 г. после разрешения ряда спорных вопросов было подписано англо-французское соглашение, а после укрепления сотрудничества Франции и России, последовавшего в 1905—1906 гг., в 1907 г. было заключено англо-русское соглашение, оформившее создание второго империалистического блока в составе Англии, Франции и России, получившего название «Тройственное согласие» или Антанта. Характерно при этом, что Англия не приняла на себя определенных военных обязательств, и оставила тем самым за собой широкие возможности для политического лавирования и шантажа своих союзников. Только 5 сентября 1915 г. в Лондоне между Россией, Англией и Францией было подписано заменяющее союзный договор важное соглашение о незаключении сепаратного мира.

Создание в Европе двух противоборствующих группировок вызвало ряд кризисов в международных отношениях, предшествующих мировой войне (Марокканские кризисы 1905 и 1911 гг., Боснийский кризис 1908—1909 гг., Итало-турецкая война 1911—1912 гг., Балканские войны 1912—1913 гг. и др.), которые оказали большое влияние на окончательную расстановку сил в двух противостоящих один другому империалистических блоках. Италия и Румыния отошли от Тройственного союза и стали сближаться с державами Антанты; укрепилась связь между Россией и Сербией. Вместе с тем Болгария перешла в лагерь австро-германского блока; Турция практически с 1913 г. превратилась в финансово и военного вассала Германии.

Окончательное формирование двух крупнейших империалистических коалиций произошло уже в ходе первой мировой войны, начавшейся 28 июня 1914 г. нападением Австро-Венгрии на Сербию. 1 августа 1914 г. Германия объявила войну России, а 3 августа — Франции. 4 августа Англия объявила войну Германии. 23 августа против Германии выступила Япония. 29 октября к австро-германскому блоку присоединилась Тур-

⁴ Там же, т. 27, с. 377.

ция. Болгария, Италия и Румыния первоначально объявили о своем нейтралитете. Однако 14 октября 1915 г., предварительно заключив секретные соглашения с Германией, Австро-Венгрией и Турцией, Болгария напала на Сербию. 23 мая 1915 г. к Антанте примкнула Италия, а 27 августа 1916 г. — Румыния. 6 апреля 1917 г. на стороне Антанты вступили в войну США. Всего к Антанте примкнуло более 20 государств.

Победа в мировой войне может быть обеспечена только тогда, когда используются все ресурсы воюющих государств. Поэтому в эпоху империализма, подчеркивает В. И. Ленин, «милитаризация проникает собой всю общественную жизнь. Империализм есть ожесточенная борьба великих держав за раздел и передел мира, — он неизбежно должен поэтому вести к дальнейшей милитаризации во всех странах...»⁵.

Первой мировой войне предшествовала длительная подготовка, сопровождавшаяся милитаризацией экономики империалистических стран, в результате которой военные расходы заняли преимущественное место в государственных бюджетах, составляя, по словам В. И. Ленина, «сотни и тысячи миллионов рублей»⁶. Так, прямые расходы на первую мировую войну в 10 раз превысили затраты на все войны, которые велись с 1793 по 1907 г., достигнув 208 млрд. долл. [1, с. 5].

Одним из главных признаков милитаризма В. И. Ленин считал наращивание вооружений, военной техники, названное им «горячкой вооружений», принявшей особо острые формы в начале XX в. в связи с бурным развитием производительных сил, науки и техники империалистических государств. «Никакая выносливость, никакая физическая сила, никакая стадность и сплоченность массовой борьбы не могут дать перевеса в эпоху скорострельных малокалиберных ружей, машинных пушек, сложных технических устройств...»⁷ — подчеркивал В. И. Ленин. На войне «берет верх тот, у кого величайшая техника, организованность, дисциплина и лучшие машины...»⁸ — писал В. И. Ленин, подтверждая этим известное положение Ф. Энгельса о том, что «вся организация армий и применяемый ими способ ведения боя, а вместе с этим победы и поражения, оказываются зависящими от материальных, т. е. экономических, условий: от человеческого материала и от оружия, следовательно — от качества и количества населения и от техники»⁹.

Вся подготовка и ход первой мировой войны являются грандиозной иллюстрацией этих выводов основоположников марксизма-ленинизма. В то же время этот период подтвердил полную несостоятельность буржуазной военной мысли правильно предвидеть ход событий и учесть влияние материально-технических факторов и подготовки личного состава на ведение военных операций. В этом сказалась методологическая слабость военной науки и военного искусства империалистических государств.

В ходе подготовки к первой мировой войне в армиях империалистических государств и в монополизированном производстве тщательно изучали военных и технический опыт испано-американской (1898 г.), англо-бурской (1899—1902 гг.), русско-японской (1904—1905 гг.) и других войн.

⁵ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 30, с. 155, 156.

⁶ Там же, т. 23, с. 175.

⁷ Там же, т. 9, с. 155—156.

⁸ Там же, т. 36, с. 116.

⁹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 175.

Социальные изменения, связанные с переходом капитализма в его высшую и последнюю стадию — стадию империализма, новые возможности военной науки и техники, создавшие материально-технические предпосылки для появления в больших масштабах новых видов вооружения, резкое увеличение численности армий ознаменовали наступление на рубеже XIX и XX вв. подлинной революции в военном деле.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОСТИЖЕНИЙ НАУКИ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

Достижения науки и техники сказались прежде всего на артиллерийском и стрелковом оружии. Коренным переворотом в военном деле в XIX в. стало вооружение пехоты и артиллерии в 50-х и 60-х годах нарезным оружием (ружей-штуперов и артиллерийских систем в сухопутной армии и морском флоте).

Вторая половина XIX в. ознаменовалась бурным развитием артиллерийской науки, которая должна была в короткие сроки решить ряд конкретных научно-технических задач по баллистическому и прочностному проектированию новых артиллерийских орудий, разработке новых видов боеприпасов, изучению внешней баллистики вращательных продолговатых снарядов и составлению таблиц стрельбы, установлению законов горения дымных и в особенности бездымных порохов, необходимых для рационального проектирования артиллерийских стволов. В специальных учебных заведениях (Михайловская артиллерийская академия в России, Апликационная инженерная и артиллерийская школа в г. Мец (Франция), Парижская политехническая школа во Франции и др.) создаются особые курсы баллистики, артиллерии, ракетного дела [2, с. 24—26].

Центральной проблемой внешней баллистики во второй половине XIX в. стало изучение сопротивления воздуха движению вращающегося продолговатого артиллерийского снаряда. Для установления законов сопротивления воздуха начиная с 60-х годов во многих странах были поставлены большие опытные стрельбы со снарядами длиной от 2 до 4 калибров с использованием различных модификаций электрических хронографов (К. И. Константинов, 1843 г.; Ле Буланже, 1863 г.; Ф. Башфорт, 1865 г. и др.), служивших для определения скоростей артиллерийских снарядов. Среди проведенных экспериментов особое значение имели опыты: Н. В. Маевского в Петербурге (1868—1869 гг.); Ф. Башфорта в Англии (1866—1870 гг.); Гаврской комиссии во Франции (1873 г.); Хойея в Голландии (1884 г.); завода Круппа в Германии (1879—1896 гг.) [3, с. 45]. В результате обработки большого опытного материала был предложен ряд эмпирических закономерностей, характеризующих соотношение между сопротивлением воздуха и скоростью движения снаряда для отдельных ограниченных диапазонов ее значений (закон Маевского—Забудского, гаврский закон, закон Сиаичи и др.). В конце 80-х годов XIX в. Ф. Сиаичи, чтобы охватить весь диапазон скоростей, объединил результаты опытов, проведенных Маевским, Хойеком, Башфортом и фирмой Круппа, в сложную формулу и составил подробные таблицы значений функции сопротивления воздуха [4]. Кривая этой функции не имеет угловых точек. Закон Сиаичи и вычисленные на его основе баллистические таблицы нашли

широкое распространение. В нашей стране они использовались до начала 30-х годов XX в.

Благодаря деятельности Петербургской академии наук и Михайловской артиллерийской академии, использовавших достижения русских ученых в области математики, механики, физики, химии, Россия во второй половине XIX в. вышла на передовые рубежи в мире в области комплекса артиллерийских наук.

Среди ученых, сыгравших в этот период важную роль в разработке и обосновании научных основ военной техники, следует отметить математиков и механиков М. В. Остроградского, П. Л. Чебышева, И. А. Вышнеградского, А. Н. Крылова, баллистиков Н. В. Маевского, А. Ф. Бринка, Н. А. Забудского, В. М. Трофимова, Н. Ф. Дроздова, И. П. Граве, специалистов по теории стрельбы В. Н. Шкларевича и П. А. Гельвиха, металлурга Д. К. Чернова, физика Э. Х. Ленца, химиков Г. И. Гесса, Д. И. Менделеева, Л. Н. Шишкова, А. В. Сапожникова, А. А. Соловьиных, Г. А. Забудского, Н. П. Федорова, С. В. Паннушко, специалистов в области проектирования стволов и артиллерийских систем А. В. Гадюлина, Р. А. Дурляхова, А. П. Энгельгардта, боеприпасников А. А. Дзержковича и В. И. Рузавского, одного из основоположников ракетного оружия К. И. Константинова.

В результате исследований этих ученых, большинство которых входило в преподавательский состав Артиллерийской академии или являлось ее воспитанниками, были разработаны многие вопросы внешней и внутренней баллистики, баллистического и прочностного проектирования артиллерийских систем, артиллерийской стрельбы, проектирования боеприпасов, разработки порохов и взрывчатых веществ [5, с. 15—82].

В развитие внешней баллистики значительный вклад внесли русские ученые-артиллеристы профессора Михайловской артиллерийской академии член-корреспондент Петербургской академии наук Н. В. Маевский и Н. А. Забудский, получившие широкую известность и мировое признание. Оба были удостоены звания члена-корреспондента французской академии наук. Именно Н. В. Маевскому принадлежит решение теоретической проблемы о вращательном движении продолговатых снарядов [6], имевшей огромное значение для создания нарезной артиллерии. Не меньшее значение в развитии баллистики имели его экспериментально-теоретические исследования по установлению закона сопротивления воздуха



Алексей Николаевич Крылов
(1863—1945 гг.)

при полете вращающихся продолговатых снарядов. Наибольшую известность получил его фундаментальный «Курс внешней баллистики» (1870 г.), вошедший в основной фонд артиллерийской науки. В 1855 г. Н. В. Маиевский разработал оригинальный метод определения давления пороховых газов в различных сечениях канала ствола и впервые получил кривую давления пороховых газов по длине ствола, использованную им при проектировании ряда нарезных артиллерийских систем образца 1867 и 1877 гг. В этот же период он провел исследование по прониканию снарядов в различные преграды [7].

Все это дает основание утверждать, что Н. В. Маиевский является основоположником баллистики нарезного оружия. Под его руководством были разработаны по существу все технические проблемы, связанные с усовершенствованием русской артиллерии второй половины XIX в. За время своей научной деятельности Н. В. Маиевский опубликовал 29 трудов на русском и 13 на иностранных языках [5, с. 40, 41].

Продолжателем работ Н. В. Маиевского стал его ученик Н. А. Забудский, выполнивший ряд серьезных исследований по внешней и внутренней баллистике и сыгравший большую роль в разработке и создании 76-мм пушки образца 1902 г., а также всех систем 122—203-мм калибра образцов 1909 и 1910 гг. Его оригинальные работы о сопротивлении воздуха при больших скоростях, о влиянии вращательного движения Земли на полет снаряда, об ударном действии снарядов и другие, опубликованные в трудах Академии и в «Артиллерийском журнале» [8—11], имели большое значение для артиллерийской науки и перевооружения русской артиллерии перед первой мировой войной. Фундаментальные труды Н. А. Забудского «Внешняя баллистика» (1895 г.), «Теория вероятностей и применение ее к стрельбе и пристрелке» (1898 г.) послужили основой для подготовки артиллерийских кадров с высшим образованием. Ценным вкладом в теорию проектирования снарядов являлся впервые разработанная им в начале 90-х годов методика расчета вращающихся снарядов на устойчивость [12]. В этой работе им была получена формула для расчета устойчивости снарядов, нашедшая широкое применение в артиллерийской практике. Высшим творческим достижением Н. А. Забудского следует считать выведенный им на основе опытов Н. В. Маиевского и более поздних испытаний новый закон сопротивления воздуха, известный в науке как «закон Маиевского—Забудского» (1895 г.), а также полученные им в 1914 г. кривые давления и скорости в зависимости от пути снаряда в канале орудия [5, с. 56, 57].

Из зарубежных работ по внешней баллистике, относящихся к началу XX в., получили мировую известность курсы П. Шарбонье, изданные в 1904, 1907 и в 1924 гг. [13], а также курс К. Крапца [14]. Продолжателем работ Н. В. Маиевского по исследованию вращательного движения снаряда в конце XIX и в начале XX в. стал также французский ученый де Спарт [15].

Повсеместный переход к нарезному оружию, а также от дымного пороха к бездымному вызвал во второй половине XIX в. быстрое расширение фронта работ по внутренней баллистике, ускоренному развитию которой способствовали успехи физико-химических наук и термодинамики.

Исследованию закономерностей горения различных модификаций черного пороха были посвящены работы Г. Пиобера (1835—1844 гг.), Р. Бун-

зена (1857 г.), Л. Н. Шипкова (1857 г.) и Н. П. Федорова (1868 г.), который первым из ученых нашел соотношение между продуктами горения пороха, скоростью горения и давлением, а также первым разработал химическую теорию горения пороха [5, с. 50]. Это отмечено Д. И. Менделеевым в его фундаментальном труде «Основы химии».

В 1860 г. А. Нобль создал удачную конструкцию крешерного прибора, с помощью которого он и Ф. Эйбл исследовали горение черного пороха в разработанной ими монометрической бомбе. Усовершенствованная в 1883 г. Ж. Сарро и П. Вьелье конструкция бомбы уже обеспечивала возможность получения кривых давления пороховых газов в функции от времени. Это позволило создать пироксилиновый пороха Вьелье определить основные законы горения дымных и бездымных порохов.

Значительный вклад в теоретические основы внутренней баллистики внесли французские ученые. В 1864 г. на основе первого закона термодинамики А. Резаль получил одно из основных уравнений внутренней баллистики — уравнение расширения пороховых газов. В дальнейшем оно было использовано Сарро для разработки метода приближенного решения основной задачи внутренней баллистики. Этот метод получил широкое распространение в ряде стран, хотя и базировался на неточном допущении Пиобера о постоянстве скорости горения пороха.

В этот период ряд курсов внутренней баллистики был разработан учеными Михайловской артиллерийской академии: П. М. Альбицким (70-е годы), В. А. Пашкевичем (1885 г.) и А. Ф. Бринком (1900—1902 гг.) [16]. В начале XX в. появился ряд фундаментальных работ Н. Ф. Дроздова (1903, 1910 гг.), в которых он впервые дал точное решение основной задачи внутренней баллистики, остававшиеся до начала 30-х годов единственными. Оригинальный метод приближенного решения основной задачи предложил П. Шарбонье, опубликовавший в 1908 г. краткий курс внутренней баллистики. Другой приближенный метод был выдвинут в 1910 г. итальянским ученым Д. Бьянки. Из прочих работ этого периода целесообразно отметить работу И. П. Граве о горении пороха в постоянном объеме (1904 г.), работы Н. А. Забудского по исследованию давлений пороховых газов в канале ствола, опубликованные в 1904 и в 1914 гг., а также работу Г. П. Кисенского и Г. П. Дымши (1906 г.) о поправочных формулах внутренней баллистики.



Николай Владимирович Маиевский
(1823—1892 гг.)

Переход на нарезную артиллерийскую технику выдвинул вместе с тем задачу обеспечения прочности орудийных стволов при повышенных давлениях пороховых газов (более 2000 ат). Эту важнейшую для всего последующего развития артиллерии проблему удачно разрешил академик Петербургской академии наук, профессор Михайловской артиллерийской академии А. В. Гадолин [47].

В связи с тем, что простое утолщение стенок ствола, как показал еще в 1850 г. Г. Ламе, неэффективно (наружные слои металла практически не участвуют в сопротивлении внутреннему давлению), А. В. Гадолин впервые предложил и теоретически обосновал использование сложной конструкции ствола, состоящей из двух или более слоев металла, из которых наружные слои в процессе сборки получают предварительное натяжение. «Скрепленная» конструкция позволяет значительно повысить давление в канале ствола, а следовательно, и начальные скорости снарядов при сохранении общего веса орудия в заданных пределах. А. В. Гадолин своими работами [48, 49] заложил основы современной теории прочностного расчета многослойных орудийных стволов. На основе предложенной им методики расчета скрепленных стволов были спроектированы системы орудий образца 1867 и 1877 гг. А. В. Гадолин, будучи членом Артиллерийского комитета, а с 1867 г. инспектором всех русских арсеналов, принял активное участие в разработке всех вопросов, связанных с принятием на вооружение нарезных орудий и бездымных порохов [5, с. 43, 44].

Во второй половине XIX в. начинает формироваться самостоятельная артиллерийская дисциплина, связанная с теоретической разработкой и испытанием артиллерийских боеприпасов. Начало было положено в 1834—1835 гг. при проведении опытов в г. Меце по исследованию углубления сферических снарядов в различные твердые среды, на основании которых известный французский механик Ж. В. Понселе сформулировал закон сопротивления преграды. Последующие попытки установить закон сопротивления твердых преград на базе общих теоретических предположений и дополнительных экспериментальных данных предпринимались неоднократно. Известны работы Н. В. Маевского, Вуича, Н. А. Забужского, Пароди и других ученых [2, с. 26, 27, 39, 40; 20, с. 423].

С появлением броненосных судов, вооруженных нарезными орудиями остро встал вопрос о исследовании бронепробиваемости снарядов морской и береговой артиллерии. Эксперименты проводили практически одновременно в Англии, Франции, России с конца 60-х годов XIX в. В результате обработки результатов опытных стрельб французский ученый Ж. де Марр получил формулу для определения скорости встречи снаряда с броней, необходимой для ее пробития [20, с. 182, 183].

Зависимость, предложенную де Марром, широко применяли для расчета бронепробиваемости до середины XX в. Аналогичные формулы были получены Ноблем и фирмой Круппа.

Русские ученые также внесли большой практический и теоретический вклад в это направление артиллерийской науки, решая актуальные проблемы по разработке новых видов боеприпасов, способов полигонных испытаний и методов расчета их основных характеристик.

Так, в 1875—1876 гг. основоположник теории стрельбы нарезной артиллерии В. Н. Шкларевич впервые разработал совершенную конструктивную схему диафрагменной прапнели с донной камерой и центральной

трубой, не претерпевшей принципиальных изменений в течение 75 лет. Шкларевичу принадлежит также первые теоретические труды по изучению и обобщению действия карточей, гранат и прапнелей [21]. В них изложено методика полигонных испытаний снарядов указанных видов и содержатся отравные данные для выбора их важнейших конструктивных параметров.

Проникновение методов теории упругости и сопротивления материалов в артиллерийскую науку позволило решить ряд прочностных задач для проектирования элементов боеприпасов. Так, в 1888 г. А. В. Гадолин разработал методику расчета осевых напряжений, возникающих в стакане прапнели при выстреле, которая легла в основу расчета корпусов снарядов на прочность. В 1894 г. профессор Артиллерийской академии А. Ф. Бринн опубликовал работу «Проектирование снарядов» [22], явившуюся продолжением исследований Гадолина по вопросам прочности корпуса снаряда при выстреле. В этой же работе автор сделал первые попытки рассчитать трубки и взрыватели на взводимость при выстреле и надежное действие при ударе в преграду. Подходы к решению перечисленных задач были развиты Брикном в его succeeding труде «Прочность снарядов и действие ударных трубок в канале орудия при встрече с вертикальными преградами», опубликованном в 1895 г. [23]. В принципе они сохранились до наших дней.

Крупный вклад в совершенствование боеприпасов внес известный ученый адмирал С. О. Макаров, который в 1893 г. выдвинул идею о применении для снарядов морской артиллерии при стрельбе по гетерогенной броне броневойной наконечника из относительно вязкой стали. Это предложение оказалось настолько плодотворным, что с начала XX в. морские снаряды всех стран имели броневые наконечники.

В развитии артиллерийской науки и техники выдающаяся роль принадлежит известному русскому артиллеристу В. М. Трофимову. Он первым из ученых поставил вопрос о проектировании артиллерийской системы в целом, успешно занимался разработкой вопросов внешней и внутренней баллистики, проектированием орудий и снарядов, составлением таблиц стрельбы, исследовал действие прапнели, сформулировал закон рассеивания при дистанционной стрельбе, решил ряд проблем стрельбы на большие дальности [24].

В связи с широким внедрением в артиллерию с начала XIX в. разрывных бомб, гранат, а несколько позже прапнелей перед артиллерийской наукой встал вопрос о разработке методики расчета шкалы дистанционной трубки, обеспечивающей момент разрыва снаряда.

Впервые эксперименты по изучению закономерностей горения трубчатого состава при различных условиях были проведены в 1855 г. в Гималаях английским артиллеристом Митчелом, который сжигал трубки на различных высотах [25]. Эти опыты были вскоре повторены Э. Франклендом, сжигавшим трубки в сосудах с вакуумом. В 1862 г. француз М. Л. Дюфур провел опыты по сжиганию дистанционных составов на различных высотах в Альпах. Аналогичные эксперименты были выполнены в 1864—1865 гг. в Италии известным артиллеристом баллистиком Сен-Робером, в 1891 г. швейцарскими артиллеристами, в 1893 г. на Памире на высотах до 4215 м полковником Бузатовым, в 1895 г. — фирмой Круппа [3]. Исследования по разработке методики расчета шкалы дистанционной

трубки были продолжены В. М. Трофимовым, который в своей фундаментальной работе «О зависимости горения дистанционных трубок от условий стрельбы» [26] систематизировал результаты определения скоростей горения пороховых записрсов при различных давлениях. Он впервые указал на необходимость учитывать динамическое давление воздуха на полет снаряда и разработал метод учета этого давления. Его труд, по мнению многих видных баллистиков, был лучшей работой того времени по данной проблеме во всей мировой литературе [3]. Рекомендации В. М. Трофимова нашли практическое применение при разработке отечественных 22- и 45-секундных дистанционных трубок двойного действия конструкторами Д. М. Комаровым и В. Л. Даманом, а несколько позже при создании дистанционных трубок и взрывателей к зенитным орудиям.

Весьма значительный творческий вклад в дело развития артиллерийской техники принадлежит Д. К. Чернову [27]. Его первые исследования по металлургии в значительной степени были вызваны потребностями артиллерийского производства [28]. Исследования завершились коренным усовершенствованием технологии производства прочных артиллерийских орудий и бронебойных снарядов. Крупнейшим научным достижением в области изучения проблемы живучести артиллерийских орудий стала работа Д. К. Чернова, посвященная вопросу о выгорании каналов в стальных орудиях, в которой он разработал основы физической теории износа орудийных стволов [29].

Ряд глубоких исследований, связанных с решением некоторых динамических задач в области артиллерийской техники, был выполнен накануне первой мировой войны выдающимся русским ученым, математиком, механиком и кораблестроителем, академиком А. Н. Крыловым [30]. Это прежде всего задача о вынужденных радиальных колебаниях полого упругого цилиндра [31], имеющая непосредственное практическое значение при проектировании орудий (предложена А. Ф. Бринком). В 1909 г. А. Н. Крылов опубликовал фундаментальную работу «Некоторые замечания о креперах и индикаторах», посвященную теоретическому обоснованию приборов для измерения параметров динамических процессов [32]. Результаты этих исследований в начале 1914 г. были применены им для анализа правильности функционирования специального индикатора «Викерса», использованного на артиллерийском полигоне для записи диаграмм давления в цилиндре компрессора новых 305-мм орудий длиной 52 калибра, предназначенных для линейных кораблей типа «Севастополь». Исследования Крылова подтвердили пригодность предложенных компрессоров. Вместе с тем замена их другими повлекла бы расход около 2 500 тыс. руб и значительно отдалила бы срок готовности кораблей [33, с. 275, 276].

Технические потребности военного судостроения по созданию парового броненосного флота сильно повлияли на развитие во второй половине XIX в. новых технических наук — теории корабля и кораблестроения, включающих такие важнейшие направления, как теория качки корабля, теория остойчивости, плавучести и непотопляемости, а также строгательная механика корабля [2, с. 195].

Для военно-морского флота, а именно сохранения живучести и боеспособности кораблей особо важное значение имели работы С. О. Макарова, А. Н. Крылова и И. Г. Бубнова.

Основоположником научных работ по непотопляемости судна в русском военно-морском флоте был адмирал С. О. Макаров, который впервые в 1875—1876 гг. теоретически обосновал эту проблему [34, 35]. Поскольку непотопляемость корабля зависит от его остойчивости и запаса плавучести, Макаров предложил методы выравнивания его крена и дифферента при значительных повреждениях ниже ватер-линии от снарядов и мин. Учение о непотопляемости судна было развито А. Н. Крыловым, разработавшим еще в 1893 г. рациональные приемы и схемы для расчета остойчивости и плавучести [36]. В 1903 г. он разработал «Таблицы непотопляемости», принятые во всех военных флотах. Другим итогом работ Крылова над непотопляемостью судов стало его предложение по более рациональной системе бронирования, принятый при постройке русских линейных кораблей и линейных крейсеров в 1909—1917 гг. Важные исследования по непотопляемости судов принадлежат и И. Г. Бубнову [37].

С середины XIX в. в разных странах развернулись исследования проблемы качки корабля на морской волне с целью сохранения остойчивости, а также достижения точности стрельбы из орудий. Главный кораблестроитель английского флота В. Рид одним из первых стал исследовать проблему зависимости остойчивости корабля от величины его крена. Другой английский ученый В. Фруд разработал теорию боковой качки [2, с. 196], впервые использовал метод моделирования для решения задач, связанных с плаванием тел на поверхности жидкости [38, с. 61—70]. Один из методов гашения боковой качки исследован в работе И. Г. Бубнова [39].

Более сложная научная задача — разработка теории килевой качки — была также подсказана требованиями военно-морского флота по сохранению точности стрельбы корабельной артиллерии. Решение этой задачи, осуществленное А. Н. Крыловым в 1896—1898 гг. [40], доставило ему мировую известность и вместе с другими трудами по теории кораблестроения способствовало установлению приоритета и ведущей роли русской науки в этой области знания. Изучая проблему уменьшения качки корабля, Крылов разработал (1909 г.) теорию гироконического успокоителя Шлика и предложил метод расчета «успокоительных цистерн», уменьшающих амплитуду боковой качки до 50%.

С развитием военно-морского флота, с увеличением скоростей судов, мощности и числа оборотов их силовых установок возникла новая научная проблема, связанная с необходимостью изучения колебательных процессов в корпусе корабля в целом и в его отдельных конструкциях и поисков методов гашения вибраций, пагубно влияющих на скорость хода корабля и на точность стрельбы корабельных боевых средств (артиллерии, торпедных аппаратов, пулеметов).

Первые экспериментальные исследования были выполнены О. Шликом (Германия), который с помощью специально для этого сконструированного в 1893 г. прибора — паллографа замерил общую вертикальную вибрацию на миноносцах. Он впервые предложил приближенную формулу [41, с. 228] для расчета числа колебаний корпуса. Работы последующих авторов: Тейлора (1891 г.), Янроу (1892 г.) и других [41, с. 256—258] были направлены на продолжение экспериментальных исследований судовой вибрации и на изучение вопроса об уравновешивании сил инерции прямолинейно движущихся масс паровых машин. Последняя проблема уже к началу XX в. оказалась достаточно разработанной [42,

с. 358—359]. В 1901 г. Л. Гюмбель опубликовал первую теоретическую работу по приближенному определению периодов и форм главных колебаний судового корпуса [41, с. 230, 231, 257].

Однако только многочисленные исследования А. Н. Крылова по вибрации судов, охватившие широкий круг вопросов колебаний упругих систем и в частности судовых вибраций, подвели прочную базу под их расчеты, способствовали выделению вибрации судов из общей теории колебаний в самостоятельный раздел строительной механики корабля и стали толчком для дальнейшего развития этой области науки [42, с. 359].

Первое в истории отечественного судостроения измерение вибраций было выполнено А. Н. Крыловым в 1900 г. при помощи сконструированного им прибора на крейсере «Громобой». Разработав теорию этого явления, А. Н. Крылов уже в 1901 г. впервые в мире начал читать курсы вибрации судов. Позднее основные результаты исследований А. Н. Крылова о вибрации судов вошли в его известную работу «О некоторых дифференциальных уравнениях математической физики, имеющих приложение в технических вопросах», в отдельной книге под названием «Вибрация судов» [43].

Основополагающий вклад в разработку строительной механики корабля и в особенности в решение проблем, связанных с рядом специфических особенностей конструирования корпусов военных кораблей, внес И. Г. Бубнов [44, с. 408—433]. Бубнову принадлежит заслуга в разработке технической теории гибких прямоугольных пластин применительно к расчету панелей обшивки, получающей под давлением воды большие прогибы [45]. В 1908 г. Морской технический комитет одобрил разработанную Бубновым классификацию действующих на корабль расчетных нагрузок с единой системой допускаемых напряжений для различных элементов конструкции корпуса судна.

В 1913 г. Бубнов разработал новый метод решения уравнений [44, с. 436—439], известный в литературе как метод Бубнова — Галеркина [46, с. 58—61], использованный им для решения ряда задач строительной механики и прежде всего для определения напряжений и прогибов для гибкой прямоугольной пластинки, имеющей удлиненную форму и изгибающейся по цилиндрической поверхности, т. е. для элемента, характерного для набора днища надводных военных судов и корпусов подводных лодок. Служащие для практических расчетов таких пластин вспомогательные функции были Бубновым табулированы [46, с. 388].

Математическое обоснование вопросов местной и общей прочности судов И. Г. Бубнов обобщил в фундаментальном труде «Строительная механика корабля» [47], который в то время был единственным в мировой практике по высокому научному уровню и полноте изложения вопроса. В работе Бубнов рассматривает применение метода последующих приближений для расчета тонкостенных конструкций, введенный им в 1906—1907 гг. при проектировании линейных кораблей типа «Севастополь» [46, с. 388]. Расчеты прочности корпусов различных модификаций линейных кораблей, выполненные под руководством Бубнова, были отлитографированы в пяти томах (1909 г.), составивших руководство по проектированию военных судов. Труды ученого легли в основу русского подводного судостроения. Работая в 1908—1912 гг. заведующим Опытным судостроительным бассейном, Бубнов выполнил ряд важных экспериментальных

исследований, разработал оригинальный способ испытаний подводных лодок в погруженном состоянии. При проектировании линейных кораблей типа «Севастополь» Бубнов впервые в мире предложил применение трехорудийных башен и линейное их расположение, создал новую систему набора корпуса кораблей с обеспечением уменьшения его общего веса по сравнению с принятыми нормами, что позволило при сохранении принятой прочности корпуса значительно усилить броневую защиту подводного борта. Эти идеи были в дальнейшем развиты им при проектировании линейных крейсеров типа «Измаил» [44, с. 421, 422].

Таким образом, в основном благодаря работам А. Н. Крылова и И. Г. Бубнова в конце XIX и первых десятилетиях XX в. были разработаны научные основы военного кораблестроения. Позднее в это научнотехническое направление серьезный вклад внесли его ученики и последователи П. Ф. Папкович и Ю. А. Шиманский.

Оценивая в целом характер воздействия естественных и технических наук на прогресс военной техники в период становления промышленного капитализма и перехода его к монополистической стадии, можно отметить несколько важнейших особенностей этого процесса.

Прежде всего целесообразно подчеркнуть, что военное дело, ставшее «одной из отраслей крупной промышленности (броненосные суда, нарезная артиллерия, скорострельные орудия, магазинные винтовки, пули со стальной оболочкой, бездымный порох и т.д.)»¹⁰ ранее, чем другие отрасли общественного производства, уже не могло развиваться без науки, без специальных теоретических научных исследований и экспериментов. Именно в этой отрасли капиталистическое производство, пользуясь словами К. Маркса, «впервые создает для естественных наук материальные средства исследования... вместе с распространением капиталистического производства научный фактор впервые сознательно и широко развивается и выдвигается к жизни в таких масштабах, о которых предшествующие эпохи не имели никакого понятия»¹¹. Таким образом, в этот период естественные и бурно развивавшиеся технические науки служили не только для объяснения действия военной техники, но широко использовались для разработки принципиально новых технических устройств военного назначения. Более того, ряд образцов военной техники вообще нельзя было создать без предвещающих научных исследований.

В то же время, необходимость решения новых научных проблем в различных отраслях военного дела служила серьезной предпосылкой для проведения специализированных теоретических и экспериментальных исследований и тем самым создавала стимул для форсированного развития уже возникших и зарождения новых технических наук, а также для возникновения новых направлений исследований в науках фундаментальных.

3. ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ СУХОПУТНОЙ АРМИИ

В эпоху домонополистического капитализма войны носили ограниченный характер, велась между сравнительно небольшими армиями. В эпоху империализма наступил машинный период войн, характеризующийся использованием массовых, многомиллионных армий, применением по-

¹⁰ Марко К. Энгельс Ф. Соч., т. 38, с. 398.

¹¹ Там же, т. 47, с. 556.

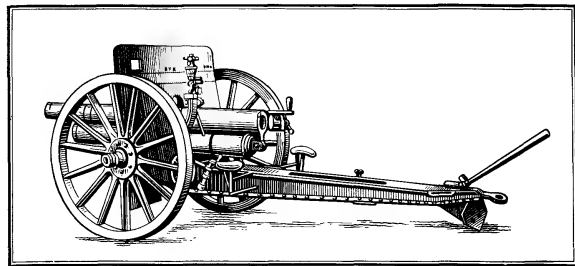
лях сражений огромного количества самой разнообразной машинной техники, небывалым ростом моторизации и механизации армий.

В 1908 г. численность армии России составляла 1 269 700, Германии 610 500, Франции 573 200, Австро-Венгрии 366 600, Италии 250 тыс. человек [48, с. 113]. Особенно возросла численность армий накануне первой мировой войны. В 1913 г. в Европе под ружьем было 5170 тыс. человек. Россия имела армию в 1300 тыс. солдат и офицеров, которую на время войны предполагалось довести до 5 млн. человек. В ходе войны к январю 1917 г. в русскую армию было мобилизовано 19 млн. человек (10,5% населения). Общими воюющими коалициями в первую мировую войну было поставлено под ружье свыше 73 млн. человек, из них в армиях Антанты — свыше 42 млн. (без Италии), в германской коалиции (включая Турцию и Болгарию) 25 млн. человек [49, с. 12, 22].

Массовое перевооружение сухопутных войск нарезным магазинным стрелковым и скорострельным артиллерийским оружием произошло в последней четверти XIX — начале XX в. Нарезное стрелковое оружие после усовершенствования способа заряжения (середина XIX в.) стало распространяться повсеместно и в последней четверти XIX в. полностью заменило гладкоствольное. Переход к заряжению с казны и унитарному патрону позволил увеличить скорострельность при одновременном уменьшении калибра и веса оружия.

Успехи в обработке металла и появление бездымного пороха открыли новые возможности для развития стрелкового оружия. В конце XIX в. были приняты на вооружение магазинные винтовки и начаты работы над созданием автоматического оружия, позволяющего вести непрерывный и одиночный огонь. В России в 1891 г. была введена на вооружение одна из лучших в мире магазинных винтовочных системы С. И. Мосина [50, с. 177—193], которая с небольшими конструктивными изменениями находилась на вооружении более 50 лет.

Первое появление автоматического оружия, принятого на вооружение, относится к 1883 г., когда американский инженер Х. Максим изобрел автоматическую пушку и пулемет, использовав силу отдачи для перезаряжения оружия и последующего выстрела из него [51, с. 4]. На вооружение русской армии пулеметы системы Максима поступили накануне русско-японской войны. Впервые станковые пулеметы нашли боевое применение во время англо-бурской войны 1899—1902 гг., однако их большое значение в бою впервые наиболее убедительно было доказано в ходе русско-японской войны 1904—1905 гг. [52, с. 169—176]. С этого времени автоматическое оружие в виде станковых пулеметов усиленно внедряется в систему стрелкового вооружения армий империалистических государств. Одновременно начата интенсивная работа по созданию легкого автоматического оружия: ручных пулеметов, автоматических винтовок, автоматических пистолетов, пистолет-пулеметов и т.д. В 1910—1914 гг. в России испытывали несколько автоматических винтовок конструкции В. Г. Федорова, Ф. В. Токарева и др. [51, с. 125—134]. Массовое применение магазинных винтовок и автоматического стрелкового, в том числе противотанкового оружия относится к периоду первой мировой войны 1914—1918 гг. [53, с. 33]. Эти новые виды военной техники существенно повлияли на изменение тактических форм и боевых порядков. Пехота имела на вооружении также ручные и противотанковые (1916 г.) гранаты.



Русская 76-мм полевая пушка образца 1902 г.

Огромное влияние на развитие военной техники оказало появление бездымных порохов. В 1884 г. во Франции П. Вьелем был получен пироксилиновый порох, а в 1890 г. в России Д. И. Менделеевым — пироклодийный порох. К числу бездымных относится также кордитный порох, полученный впервые в Англии в конце XIX в., и баллиститный порох, предложенный в 1888 г. в Швеции А. Нобелем.

Создание бездымных порохов дало возможность для дальнейшего развития артиллерийской техники: появились скорострельные артиллерийские орудия. Пионерами в создании скорострельной артиллерии оказались русские артиллеристы. В 1872—1877 гг. русский изобретатель В. С. Барановский разработал ряд образцов 2,5-двоймовых скорострельных пушек для конной, горной артиллерии и для вооружения катеров. В скорострельных орудиях он применил поршневой затвор с самовозводящимся пружинным ударником, а также специальный предохранитель для предотвращения преждевременного выстрела при не вполне закрытом затворе. Барановский ввел также подъемный и поворотный механизм орудия, разработал конструкцию унитарного патрона с металлической гильзой и применил безоткатный лафет, основанный на использовании гидравлического тормоза отката и пружинного накатника. В 80-е годы XIX в. принципы устройства скорострельных пушек Барановского были заимствованы всеми странами. Скорострельные орудия явились новым шагом на пути к повышению боевого могущества артиллерии, к поднятию ее роли в боевых операциях [51, с. 165, 177, 182, 213—217].

В 1900 г. на Путиловском заводе в Петрограде при участии Н. А. Забудского и А. П. Энгельгарда была построена 3-двоймовая (76-мм) полевая скорострельная пушка, которая в 1902 г. была усовершенствована и принята на вооружение полевой артиллерии русской армии. В качестве боеприпаса к пушке предназначалась шрапнель, снабженная 22-секундной трубкой двойного действия конструкции инженера-технолога Д. М. Комарова. Эта пушка по своим баллистическим качествам значительно превосходила немецкую 77-мм скорострельную пушку и в значи-

тельной мере французскую 75-мм [54, с. 33]; она пробыла на вооружении свыше 30 лет.

Последняя четверть XIX в. ознаменовалась также существенным техническим совершенствованием боеприпасов ствольной артиллерии. До 70-х годов XIX в. снаряды во всех армиях снаряжались исключительно дымным порохом. После русско-турецкой войны 1877—1878 гг. почти во всех странах начались работы по замене дымного пороха в гранатах и бомбах новым, более мощным взрывчатым веществом. С середины 80-х годов во Франции и Англии, а позднее и в Японии на снаряжение фугасных снарядов была принята пикриновая кислота (мелинит) [20, с. 36, 37].

В России к 90-м годам в крупнокалиберных снарядах дымный порох был заменен влажным пикросилином, однако работы по снаряжению артиллерийских снарядов пикриновой кислотой были несколько задержаны, в результате чего японская полевая артиллерия, имевшая на вооружении шрапнели и фугасные гранаты (шимозы), обладала несомненным преимуществом перед русской артиллерией, снабженной одними шрапнелями. В 1904 г. в результате требований фронта на вооружение русской артиллерии были приняты 3-дюймовые стальные мелинитовые гранаты [20, с. 37].

Русско-японская война 1904—1905 гг. показала явное превосходство скорострельных орудий над ранее существовавшими системами. В этой войне русскими впервые в широких масштабах был применен новый метод ведения артиллерийского огня — стрельба с закрытых позиций [53, с. 34]. При новом методе стрельбы, который стал возможным благодаря изобретению артиллерийского угломера и панорамы, орудия располагали на закрытых позициях, а наводили на цель по вспомогательной точке наводки. Такая стрельба обеспечила большую неуязвимость орудийной прислуги и большую внезапность боевого использования.

Русско-японская война породила и идею создания нового вида артиллерийского вооружения — миномета, оказавшегося необходимым для ведения навесного огня по укрепленным позициям с малых дистанций [55, с. 43—50]. Эта идея была успешно реализована в двух принципиально отличных вариантах. Мичман С. Н. Власев и артиллерист капитан Л. Н. Гобято впервые в истории осуществили стрельбу специально сконструированными надкалиберными (превышающими калибр орудия) оперенными минами, снаряженными 6 кг пикросилина, из 47-мм морских орудий. Одновременно с этим лейтенант флота Н. Подгурский переконструировал морские метательные аппараты и применил их для наземной стрельбы морскими калиберными минами (разрывной заряд — около 31 кг пикросилина), предвосхитив таким образом изобретение калиберных гладкоствольных минометов [55, с. 43—47], появившихся только в 1915 г.

После русско-японской войны во всех странах Европы стали вести работы по созданию образцов тяжелой артиллерии, главным образом гаубичных систем, предназначенных для разрушения полевых оборонительных сооружений. В России в 1909—1910 гг. было принято на вооружение несколько образцов гаубиц 122- и 152-мм калибра и 107-мм тяжелой пушки [54, с. 31, 43]. Однако русский Генеральный штаб, так же как штабы Франции, Англии и ряда других стран, считал, что тяжелая артиллерия не найдет широкого применения в будущей, маневренной, как они предполагали, войне, и поэтому ее развитию не уделяли достаточного внимания.

Враждебные группировки вступили в первую мировую войну, имея в общей сложности около 20 тыс. легких и тяжелых орудий, около 25 тыс. пулеметов и около 16 млн. винтовок. Из них Россия имела на вооружении своей армии 7088, Франция 4300, Англия 1352, Германия 9388 и Австро-Венгрия 4088 орудий [54, с. 62].

В ходе войны происходило количественное и качественное развитие артиллерии и стрелкового оружия. К исходу войны в армиях воюющих стран насчитывалось свыше 84,8 тыс орудий [49, с. 31]. Непрерывно нарастала плотность насыщения артиллерией фронтовых участков прорыва, достигнув 120—160 орудий на один километр фронта [53, с. 591]. Дальнобойность легкой пушечной артиллерии поднималась с 7,8—8,6 до 11 км и тяжелой гаубичной с 9,8 до 13,5 км. Позиционная война в 1916—1917 гг. превратила минометы в массовый вид оружия. Дальнобойность легких минометов (калибров 58—90 мм) достигала 400—1000 м, тяжелых (120—152 мм и 220—240 мм) 2—3 км. Удельный вес гаубичной артиллерии вырос до 40%, а тяжелой — до 50% всего состава артиллерии. Калибры артиллерии с переходом частично с конной на механическую и железнодорожную тягу увеличивались до 200—520 мм, а вес систем в боевом положении с 5,7—42 до 130—250 т. Появились специальные сверхдальнобойные системы с дальностью стрельбы до 120 км [56, с. 302]. В конце войны стали применять малокалиберные автоматические зенитные пушки калибром 37—40 мм для стрельбы до высот 1—3,5 км, зенитные орудия среднего калибра (75—77 мм) и тяжелые зенитные орудия (88 мм и выше) с досягаемостью по высоте соответственно до 6 и 9 км. Их число к концу войны в воюющих армиях превысило 4200 штук. Появление танков (1916 г.) вызвало необходимость развития противотанковых средств. Были созданы крупнокалиберные противотанковые ружья, крупнокалиберные пулеметы и малокалиберная 20—37 мм артиллерия.

В ходе войны наряду с конной тягой начали применять механическую и железнодорожную тягу, а также перевозку артиллерии на автомобильном транспорте. Перевод артиллерии, особенно тяжелых систем, на механическую тягу позволял перебрасывать артиллерийские части на значительные расстояния. Появилась служба артиллерийской инструментальной разведки, предназначенная для выявления огневых позиций артиллерии противника, недоступных для наземного наблюдения. Для обнаружения месторасположения батарей по звуку были сконструированы специальные звукометрические станции. Обнаружение батарей по вспышке при выстреле легко в основу работы светометрической (оптической) разведки. В ходе войны были значительно усовершенствованы методы стрельбы артиллерии. Кроме обычной стрельбы по наблюдаемым целям, были уточнены способы стрельбы по ненаблюдаемым целям и площадям, для более точной корректировки стрельбы стали использовать самолеты и аэростаты наблюдения [54, с. 380—384].

4. ОРУДИЕ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА

Успехи металлургической и металлообрабатывающей промышленности, судостроения, появление паровых машин, а затем и паровых турбин позволили в середине XIX в. перейти к паровому флоту, к замене дере-

ванных кораблей металлическими, к широкому применению бронирования. В то же время совершенствуется корабельная артиллерия, появляются мины и торпеды.

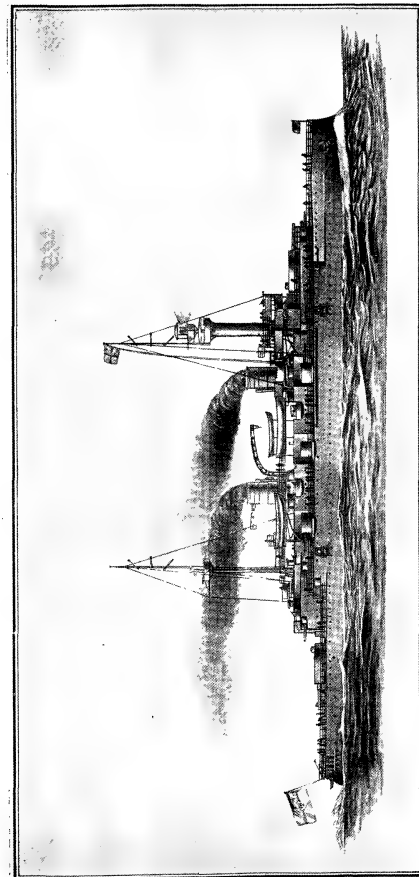
Во второй половине XIX в. появились военные корабли нового типа — броненосцы, имеющие сильно забронированный надводный борт и артиллерию главного калибра, размещенную во вращающихся бронированных башнях. «Нынешний линейный корабль представляет собой гигантский броненосный винтовой пароход в 8000—9000 тонн водоизмещения и 6000—8000 лошадиных сил, с вращающимися башнями и с четырьмя, максимум — шестью, тяжелыми орудиями... Современный линейный корабль есть не только продукт крупной промышленности, но в то же время и яркий образец ее, плавучая фабрика...»¹², — писал Ф. Энгельс в «Анти-Дюринге».

Военно-морские силы развивались настолько быстро, что военные корабли сплошь и рядом устаревали раньше, чем их успевали спустить на воду. Использование паровых турбин, водотрубных котлов, зубчатых, гидравлических и электрических передач на гребные валы, развитие электротехники и радио, появление и совершенствование подводных лодок и авиации еще более преобразили военно-морской флот. В развитии военно-морской техники целесообразно отметить следующие узловые моменты.

1859—1860 гг. — появление первых броненосцев, бронированных железными плитами толщиной 100—125 мм, свариваемых из отдельных более тонких полос (от 25 до 38 мм) puddингового железа. 1868—1870 гг. — начало строительства первых башенных судов, типичным представителем которых был русский броненосец «Петр Великий» водоизмещением в 10 100 т, построенный в начале 70-х годов по проекту адмирала А. А. Попова. По своим тактико-техническим данным это был один из совершеннейших судов того времени. Он был вооружен четырьмя 305-мм орудиями в двух вращающихся броневых башнях и 15 пушками меньшего калибра. Бронирование достигало 203—356 мм по борту и 76 мм по палубе. Две паровые машины общей мощностью 8250 л. с. позволяли развивать скорость до 14,3 узла [57, с. 307].

Первые образцы железной брони обладали достаточной стойкостью против корабельной артиллерии того времени, что вызвало повышение ее калибра и мощности, а это, в свою очередь, привело к строительству кораблей, защищенных более толстой броней. Эта взаимная гонка калибра (гладкоствольных) орудий и толщины брони продолжалась до конца третьей четверти XIX в. В 1876 г. Италия построила броненосец «Дуиньо», имевший четыре 452-мм орудия и 540-мм бортовую броню. В 1881 г. в Англии сооружен броненосец «Инфлексибл» с четырьмя 406-мм орудиями и 600-мм броней [57, с. 118, 124]. Дальнейший рост калибра артиллерии и толщины брони стал невозможен. Выход из создавшегося, казалось бы, безвыходного положения нашли в качественных изменениях артиллерии и брони.

В начале 80-х годов была введена сталежелезная броня-компунд, позволившая существенно уменьшить толщину бронирования, а дальнейшее развитие нарезной артиллерии привело к снижению орудий главного калибра до 280—305 мм. Появление в 1891—1892 гг. броневых плит,



Линейный корабль (конец XIX в.)

¹² Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 177.

легированных никелем, освоение в 1894 г. способа изготовления цементованной односторонне закаленной брони из хромоникелемолибденовой стали вновь поставили вопрос о повышении бронепробиваемости снарядов корабельной артиллерии, которые при ударе о цементованную плиту просто раскалывались на куски. Тогда, по предложению адмирала С. О. Макарова (1893 г.), на броневые снаряды для предохранения их от раскалывания в момент удара стали надевать наконечники из вязкой стали. Такие снаряды оказались эффективными для действия по цементованным плитам, вследствие чего к 900-м годам все государства приняли на вооружение снаряды с макаровскими наконечниками [20, 36].

Завершающим этапом развития броненосных кораблей во флотах крупных морских держав стало создание к началу XX в. эскадренных броненосцев, предназначенных для действий в составе эскадр преимущественно в открытом море. Эти корабли имели водоизмещение 10—16 тыс. т, скорость хода 16—18 узлов, артиллерию в составе четырех 254—305-мм орудий, 6—14 орудий калибра 152—203 мм и 15—40 орудий более мелкого калибра, броневой пояс 150—300 мм. Корабли отличались большой живучестью и непотопляемостью из-за деления их корпуса продольными и поперечными водонепроницаемыми переборками на многочисленные отсеки. Большой вклад в решение проблемы остойчивости кораблей внесли труды выдающихся русских ученых С. О. Макарова и А. Н. Крылова [57, с. 120—131, 322—323].

Для разведки и действий на коммуникациях строили крейсеры с примерно вдвое меньшим (чем эскадренные броненосцы) водоизмещением, орудиями среднего и малого калибра, небольшой броневой защитой, но с более высокой скоростью хода.

Большое влияние на строительство и тактику флота оказали развитие минного оружия и появление в 70-х годах XIX в. самодвижущейся мины—торпеды, изобретенной Р. Уайтхедом и М. Лупписом в 1866 г. Торпедное оружие было сразу же использовано на кораблях нового класса — миноносцах, впервые появившихся в начале 60-х годов, но прервавшихся в подлинную боевую силу к концу 70-х годов XIX в. Первые малые миноносцы имели водоизмещение 20—75 т, скорость хода 16 узлов и были вооружены только одним носовым торпедным аппаратом. Дальнейшее развитие миноносцев заключалось в увеличении числа торпедных аппаратов и скорости хода. Первый в мире эскадренный миноносец «Лейтенант Ильин» (минный крейсер) был построен в 1886 г. в Петербурге. Он имел водоизмещение 650 т, скорость хода 20 узлов, вооружение 5 орудий калибром 47 мм, 10 орудий калибром 37 мм и 5 однотрубных торпедных аппаратов [57, с. 336].

После значительных конструктивных усовершенствований в 1898 г. Л. Обри, который ввел прибор управления горизонтальными рулями и гидроскопический прибор управления вертикальными рулями, торпеды превратились в грозное оружие флота. Ее боевой заряд достигал 150 кг тротила или мелинита. Торпеды развивали скорость около 45 узлов при дальности 1000 м; максимальная дальность хода около 7 км [58, с. 394]. Широкое применение торпедное оружие получило на миноносцах с паровыми турбинами. Годоначалником таких кораблей стал миноносец «Турбиния» (1894 г.), водоизмещением 44,5 т, снабженный турбиной Парсонса в 2400 л. с., обеспечивавшей небывалую до того времени скорость

хода 34,5 узла [58, с. 396]. В русском флоте во время русско-японской войны 1904—1905 гг. стабилизировался тип миноносца водоизмещением 350 т с двумя 2-трубными 450-мм торпедными аппаратами, одной 76-мм и пятью 47-мм пушками со скоростью хода до 29 узлов.

Изменение материально-технической базы военно-морских сил потребовало создания новой техники ведения боя броненосным флотом. Одним из первых фундаментальных трудов в этой области была книга русского адмирала Г. И. Бутакова «Новые основания пароходной тактики» (1863 г.). Крупный вклад в разработку основ тактики использования минно-торпедного оружия внес адмирал С. О. Макаров, написавший труд «Рассуждения по вопросам морской тактики» (1897 г.) [57, с. 163, 166, 304].

Большое значение для совершенствования минного и артиллерийского морского вооружения имели работы русского изобретателя А. П. Давыдова. Он создал первую ударно-механическую морскую мину (1854 г.), а затем другую — электромагнитного действия (1859 г.), которую существенно усовершенствовал в 1863 г. [59].

В последней четверти XIX в. развитие минного оружия заключалось в улучшении способов постановки мин с надводных кораблей (С. О. Макаров, В. А. Степанов и др.) и изобретении устройств для установки мин на заданной глубине (Н. Н. Азаров, Н. Ф. Максимов, С. О. Макаров). В русско-японской войне 1904—1905 гг. и к началу первой мировой войны русский флот располагал более совершенным минным оружием, чем флоты других стран.

Давыдову принадлежит приоритет в создании первой в мире электроавтоматической централизованной системы управления стрельбой корабельной артиллерии. Система, прошедшая испытания в 1867 г., включала: гальванический индикатор, учитывающий влияние хода и маневрирования корабля, гальванический кренометр для управления вертикальной наводкой орудий и электромагнитные устройства сигнализации и синхронной связи. Созданием такой системы А. П. Давыдов намного предвосхитил аналогичные разработки в иностранных флотах, однако только в 1877 г. она была принята на вооружение боевых кораблей русского флота. В 1877—1881 гг. Давыдов изобрел силовую слепающую систему для автоматической наводки орудий корабельной артиллерии [60, 61]. Работы А. П. Давыдова внесли заметный вклад в формирование новой технической науки — автоматики [62].

Русско-японская война 1904—1905 гг. выявила ряд серьезнейших недостатков броненосцев, и в первую очередь ограниченность числа орудий главного калибра, нецелесообразность многообразия калибров востребованной артиллерии, малую скорость хода, слабость бронирования и относительно малую живучесть кораблей. В результате строительство эскадренных броненосцев старого типа было во всех странах прекращено, признали целесообразным проектирование и строительство линейных кораблей нового типа, свободных от указанных недостатков.

Первым линейным кораблем такого типа был построенный в 1905—1906 гг. в Англии «Дредноут». Он отличался от своих предшественников — эскадренных броненосцев мощностью вооружения, брони и другими боевыми качествами. Его основные тактико-технические характеристики: водоизмещение 17 900 т, скорость хода 21 узел, вооружение — десять 305-мм и двадцать четыре 76-мм орудий; броневой пояс достигал 275 мм посереде

не и 100 мм на носу и на корме. Броня башен и рубки 275 мм, палубная 44—69 мм [57, с. 136, 137].

С появлением «Дредноута» во всех крупных империалистических государствах начали строить еще более мощные линейные корабли, отличавшиеся следующими особенностями: 1) артиллерия главного калибра 305—406-мм в 2-, 3- или 4-орудийных башнях; 2) увеличение калибра противоминной артиллерии до 152 мм; 3) распространение брони на всю поверхность борта и утолщение брони; 4) повышение остойчивости корабля; 5) увеличение скорости хода до 21—23 узлов; 6) развитие внутренних и внешних противоминных и противоторпедных устройств [57, с. 133].

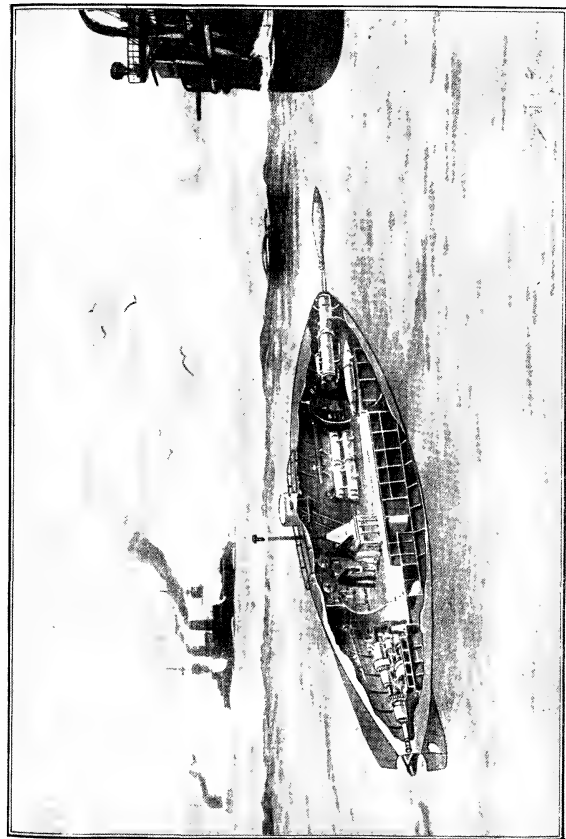
Конкуренция между капиталистическими странами привела к гонке морских вооружений, и в первую очередь линейных кораблей, число которых стало условным мерилем морской мощи таких стран, как Англия и США, а позже их конкурентов — Германии и Японии. Ажиотаж в броненосном кораблестроении ввиду его прибыльности искусственно раздували крупные судостроительные фирмы, а позже — концерны тяжелой индустрии в ущерб строительству кораблей других классов. Общее число построенных линейных кораблей в ведущих капиталистических странах мира после русско-японской войны до 1912 г. составляло: в Англии 15, Франции 8, Германии 8, США 8, Италии 4, России, 4, Австро-Венгрии 4, Японии 4 [63].

Одними из лучших линейных кораблей того времени были русские линкоры типа «Севастополь», спроектированные и построенные под руководством И. Г. Бубнова и А. Н. Крылова, строительство которых началось в 1909 г. На них впервые в мире были установлены четыре 3-орудийные башни с 12 орудиями 305-мм калибра. Четыре турбины общей мощностью 42 тыс. л. с. обеспечивали скорость хода 23 узла [57, с. 325—327].

В годы, предшествовавшие первой мировой войне, и в течение всех военных лет происходило дальнейшее совершенствование боевых и технических характеристик линейных кораблей: повышался калибр главной артиллерии, увеличивались толщина бронирования и скорость хода. Если в 1906 г. вес бортового залпа десяти 305-мм орудий «Дредноута» составлял 3084 кг, то к концу войны, в 1917 г., вес бортового залпа американского линейного корабля «Нью-Мехико», вооруженного восемью 406-мм орудиями, достиг уже 7775 кг, т. е. увеличился более чем вдвое. За этот же период времени толщина броневых поясов кораблей возросла с 252 до 356 мм, а скорость хода с 20—21 до 23—25 узлов. Соответственно этому водоизмещение линейных кораблей увеличилось с 18—23 до 25—32 тыс. т.

Усиленная подготовка к войне и пересмотр военно-морской доктрины привели к появлению еще одного нового класса военных кораблей. В 1907 г. Англия ввела в строй первый линейный крейсер «Иппинсилб» водоизмещением 17 250 т с мощным вооружением из восьми 305-мм орудий главного калибра и шестнадцати 100-мм пушек, обладающий скоростью хода 27 узлов [57, с. 159]. Сразу же за этим кораблем Англия построила еще четыре примерно однотипных. Вслед за ней приступили к строительству линейных крейсеров Германия и Япония (типа «Конго»).

У линейных крейсеров военной постройки в результате увеличения мощности турбин скорость хода повысилась до 30—32 узлов. Одними из сильнейших кораблей этого класса должны были стать спроектированные И. Г. Бубновым (1912 г.) четыре русских линейных крейсера типа «Из-



Разрез подобной эссы, нападающей на броненосное судно (по акварели В. Штейера)

майл» водоизмещением 32 500 т со скоростью хода 27 узлов, вооруженные двадцатью 356-мм орудиями с весом бортового залпа около 8000 кг. Наряду с линейными крейсерами в военных операциях на море использовали легкие крейсера и миноносцы различных типов [57, с. 152—156, 166—168, 335—339; 64, с. 61, 92].

В 1913 г. в России был построен эскадренный миноносец «Новик» с лучшими для того времени тактико-техническими данными: водоизмещение 1300 т, вооружение четыре 100-мм пушки и четыре 2-трубных торпедных аппарата, скорость хода 37,5 узлов [57, с. 338, 339]. По образцу «Новика», превосходившего иностранные миноносцы в артиллерийском и торпедном вооружении, в живучести и скорости, стали строить эсминцы почти во всех флотах зарубежных стран. В период первой мировой войны эскадренные миноносцы нашли очень широкое применение. Для достижения наибольшего коэффициента полезного действия турбин при необходимости изменения числа оборотов гребного вала военных кораблей использовали зубчатые, гидравлические и электрические передачи.

Особое место среди технических средств военно-морского флота занимают подводные лодки. До начала XX в. строительство подводных лодок находилось в опытной стадии и только после русско-японской войны они стали поступать на вооружение флотов Германии, Англии, Италии, России и других стран [57, с. 181—185; 65, с. 312, 313, 184, 185].

В 1903—1915 гг., по проектам И. Г. Бубнова и М. П. Налетова, было создано несколько типов отечественных подводных лодок. В 1908 г. по проекту И. Г. Бубнова была создана «Минога» — первая подводная лодка с дизельным двигателем (водоизмещение 122/155 т), открывшая новую эпоху в строительстве подводных лодок. Подводные лодки типа «Барс» (водоизмещение 650/750 т, скорость хода 16/10 узлов, вооружение 12 торпедных аппаратов, две 57-мм и одна 37-мм пушки), которые Бубнов начал строить в 1912 г., были самыми мощными в то время. Подводная лодка типа «Краб» (водоизмещение 560/740 т, скорость хода 12/7 узлов, 60 мин заграждения), построенная в 1908 г. Налетовым, была первым в мире подводным минным заградителем [57, с. 340—343].

Строительство боевых подводных лодок во Франции и США начали в 1900—1902 гг., в Англии и Германии в 1905—1906 гг. До начала первой мировой войны боевые и конструктивные характеристики подводных лодок зарубежных стран уступали отечественным [57, с. 179—183], однако дальнейшее развитие последних было искусственно задержано. Проекты И. Г. Бубнова по созданию крейсерских подводных лодок водоизмещением порядка 1000 т со скоростью в подводном положении около 25 узлов и радиусом действия 4—5 тыс. км были в 1914 г. отклонены [44, с. 418, 419] и приняты только в 1916 г. [57, с. 343].

Дальнейшее развитие подводные лодки во Франции, Англии и особенно в Германии получили уже в ходе первой мировой войны. Водоизмещение наиболее крупных из них достигло 1000—2500 т; скорость хода: надводного — до 15—18, подводного — до 8—10 узлов; торпедное вооружение: от четырех до восьми 450- и 533-мм торпедных аппаратов; дальность автономного плавания до 4—5 тыс. км [57, с. 179—183, 66, с. 126—131]. Была сделана попытка применить на подводных лодках, предназначенных для далеких океанских рейдов, артиллерию калибра 305 мм (английская подводная лодка типа «М»).

Быстрое развитие минного оружия потребовало создания нового типа военных кораблей — тральщиков. Уже в 1908—1912 гг. Россия приступила к постройке первых в мире тральщиков [65, с. 224—229, 328—329]. С развитием подводных сил получили распространение средства борьбы с ними — эскортные (конвойные) корабли и истребители подводных лодок. Появились также быстроходные торпедные катеры. Впервые нашла боевое применение гидроавиация.

Таким образом, корабельный состав военных флотов к началу первой мировой войны включал все классы современных боевых кораблей, за исключением авианосцев, первые образцы которых появились только в ходе войны [57, с. 229, 304; 67, с. 148]. После войны все эти классы кораблей, особенно авианосцы и подводные лодки, получили дальнейшее развитие. Подводные лодки оказались мощным средством борьбы на морских театрах войны. В период первой мировой войны из 81 крупного военного корабля воюющих держав (водоизмещением более 5 тыс. т каждый) 27 было уничтожено артиллерией, а 73% — подводным оружием, торпедами и минами [67, с. 192]. За этот же период только подводные лодки Германии потопили неприятельских коммерческих судов общим водоизмещением свыше 19,4 млн. т [66, с. 173], в том числе за один год жесткой подводной войны (1917—1918 гг.) 2700 судов общим водоизмещением свыше 6,3 млн. т [66, с. 173].

5. НОВЫЕ ВИДЫ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И ВООРУЖЕНИЯ

Среди принципиально новых видов военной техники, боевых средств, возникших в конце XIX — начале XX в. и получивших первое боевое применение в ходе первой мировой войны, следует отметить прежде всего военную авиацию, танки и боевые тракторные весты.

К началу первой мировой войны военная авиация насчитывала в России 263, Германии 232, Франции 156, Австро-Венгрии 65, Англии 30, США 30, Италии 30 самолетов. В большинстве это были двухместные самолеты с горизонтальной скоростью 75—80 км/ч, скороподъемностью на 2 км — от 30 мин до 1 ч, потолком 2,5—3 км, продолжительностью полета 2—3 ч [49, с. 45]. В кампаниях 1914 г. их применяли главным образом для разведки на поле боя и корректировки артиллерийского огня.

Для ведения воздушного боя в борьбе с воздушными разведчиками в 1915 г. были созданы специальные одноместные самолеты-истребители, вооруженные одним-двумя пулеметами и значительно превосходившие разведчиков в скорости и маневренности [68]. Истребители, по сравнению с прочими типами самолетов, имели меньший удельный вес и больший относительный вес двигателя, а также более высокую нагрузку на крыло (до 35—40 кг/м²) [69, с. 37]. Первыми такими самолетами были германские монопланы «Фоккер Е-1» и «Альбатрос», французский «Моран-Солнье» (1915 г.) и др. На последнем самолете был впервые установлен пулемет, стреляющий через пропеллер, лопасти которого снабжены дефлектором, а на «Фоккере» — пулемет, синхронизированный с работой винта [70, с. 173, 247].

В результате появления истребительной авиации в первые годы войны авиаразведка на большую глубину фронта фактически прекратилась.

Затем, однако, на разведчики стали устанавливать оборонительное оружие (лучшими самолетами этого типа были английские бипланы BE-2C и Авро-504), а истребители приспособлялись, повышая дальность, к охране разведчиков в воздухе [69, с. 32]. Возникла задача завоевания господства в воздухе, и это привело к интенсивной борьбе за повышение скорости и маневренности самолетов всех типов, к повышению их взлетно-посадочных характеристик.

В ходе войны повысился интерес к бомбардировочной авиации, к самолетам повышенной грузоподъемности и дальности полета. Таковыми самолетами были, например, тяжелые многомоторные самолеты конструкции И. И. Сикорского, построенные в России: «Русский Витязь», а затем его улучшенная модификация «Илья Муромец». Эти самолеты по существу явились родоначальниками современных тяжелых бомбардировщиков.

Для самолетов «Илья Муромец» были разработаны достаточно совершенные для того времени приспособления для подвески бомб внутри самолета, механические сбрасыватели и ряд оригинальных бомбардировочных прицелов, т. е. первые приборы, позволившие перейти к более точному прицеливанию при бомбометании; сконструированы авиационные бомбы весом от 4,6 до 410 кг и взрыватели к ним; выполнены специальные теоретические исследования, на основе которых рассчитаны таблицы бомбометания и разработана методика воздушной стрельбы [71].

Ни в одной стране мира в это время не было самолетов, которые по грузоподъемности, радиусу действия и оборудованию могли конкурировать с самолетом «Илья Муромец». Ему уступали и построенный в 1914 г. Кертинс в США большой двухмоторный гидросамолет (по грузоподъемности в два раза) и большой самолет Сименс — Шуккерта (Германия) постройки 1915 г. [72, с. 514]. Схема расположения моторов на самолете «Илья Муромец» была широко использована в зарубежном самолетостроении.

В 1915 г. русский инженер-механик В. А. Слесарев построил самый большой в мире двухмоторный биплан «Святогор» с полетным весом 6500 кг, 50% которого составляла полезная нагрузка [72, с. 515—521]. Россия к началу первой мировой войны была единственной страной в мире, располагавшей тяжелыми многомоторными самолетами.

В первом периоде войны бомбометание носило эпизодический характер и проводилось главным образом попутно с выполнением авиацией разведывательных задач. Однако уже в 1915 г. бомбардировочная авиация стала выполнять задачи, несущие стратегический характер. Так немецкая авиация бомбардировала Лондон и Париж. В 1917—1918 гг. французская авиация бомбардировала железнодорожные и промышленные предприятия в тылу противника. Однако ввиду слабости бомбардировочной авиации ее удары по промышленным и политико-экономическим центрам не имели в то время большого эффекта.

К концу войны в составе авиации стран Антанты имелось в строю 686 дневных и 525 ночных бомбардировщиков, в Германии 279 ночных бомбардировщиков. Их грузоподъемность была невелика: для дневных она составляла около 0,6—0,8 т, для ночных — до 1 т. За время войны Германия изготовила 27 386 т авиабомб, Англия и Франция — 24 945 т. Русские бомбардировщики «Илья Муромец» оказались весьма эффективными. Вооруженные 4—5 пулеметами, они с успехом отражали атаки истребителей противника и без потерь выполняли боевые полеты в дневных

условиях, в то время как бомбардировщики других воюющих государств — невооруженные или слабо вооруженные — несли большие потери [68, с. 88—89, 110—141].

Война стимулировала развитие морской авиации (к лучшим самолетам этого типа относились русские летающие лодки Григоровича М-9 и М-11). В 1914 г. появилась корабельная авиация, а в 1915 г. — первые авиатранспорты. Русские авиатранспорты Черноморского флота имели на борту до 7 гидросамолетов М-9 конструкции Д. П. Григоровича [64, с. 410]. Морскую авиацию стали применять для выполнения задач воздушной разведки на море, охраны флота и его баз, а позднее для бомбардировки морских баз, судов и подводных лодок.

Главной задачей авиации в первой мировой войне было содействие сухопутным войскам. В операциях последнего этапа войны с обеих сторон участвовало до нескольких тысяч самолетов. Борьба за господство в воздухе свелась главным образом к уничтожению самолетов в воздушных боях и зенитной артиллерией. За время войны на западноевропейском театре в воздушных боях было сбито 8073 самолета, а зенитными средствами всех видов — 2347 самолетов.

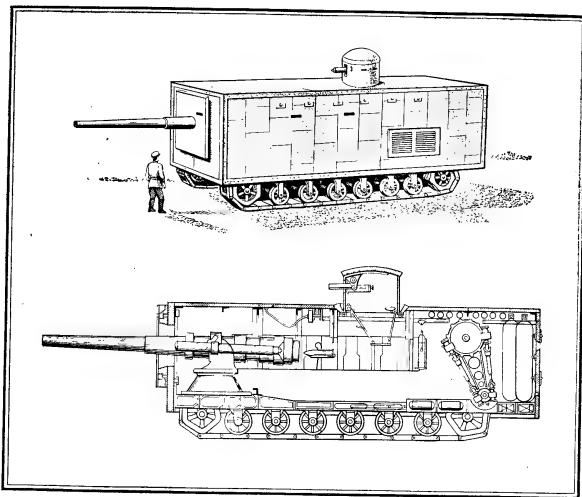
К концу первой мировой войны авиация стала самостоятельным родом войск и серьезно полиняла на организационную структуру и тактику пехоты и артиллерии. Всего в ходе первой мировой войны было выпущено около 200 тыс. самолетов и 250 тыс. авиационных двигателей. Количественное и качественное развитие авиации в первой мировой войне сыграло большую роль в дальнейшем совершенствовании авиации в течение последующих нескольких десятилетий.

Другим, принципиально новым видом военно-технических средств борьбы, нашедшим первое боевое применение в период первой мировой войны, были танки. Первые проекты танков разрабатывали почти одновременно в 1911—1915 гг. в России (В. Д. Менделеевым) [73, с. 29—31], Австро-Венгрии [74, с. 10, 11] и Англии [75, с. 9—13]. В первой половине 1915 г. русский изобретатель А. А. Пороховиков разработал проект и изготовил в Риге первый опытный образец танка «Вездеход». Это был легкий одноместный одногусеничный танк противопульного бронирования, вооруженный пулеметом. На испытаниях он показал скорость 25 км/ч и хорошую проходимость [73, с. 31—34]. Однако массовое производство танков русской промышленностью того времени освоено быть не могло.

Первые боевые танки в количестве 32 машин были применены англичанами в операции на р. Сомме 15 сентября 1916 г. Эти танки не имели враждебной башни, были тихоходны, обладали низким качеством двигателя и ходовой части. Из 32 машин в бою участвовало только 18; 9 машин вышли из строя из-за технических неисправностей, а 5 застряли в болоте [76, с. 42—50].

В следующих операциях количество вводимых в бой танков быстро росло. Впервые массовое применение танков было осуществлено англичанами в сражении у Камбре (20 ноября 1917 г.), когда в атаку пошла 378 машин. В 1918 г. в Амьенской операции было использовано уже свыше 500 машин [76, с. 128; 77, с. 232]. Параллельно совершенствовались и тактико-технические характеристики танков.

Танки периода первой мировой войны [английские М-1 — М-5,



Проект (общий вид и продольный разрез) сверхтяжелого танка В. Д. Менделеева (Россия, 1911—1915 гг.)

«Уиппет», «Тейлор», французские «Шнейдер», «Сен-Шамон», «Рено», 1-А, немецкие тяжелые танки А-7-В («Эльфриде») и др.] не обладали необходимыми боевыми и техническими качествами, имели недостаточно эффективное вооружение, слабое бронирование, малую скорость и незначительный радиус действия; их проходимость была также неудовлетворительной. Поэтому после первой мировой войны основные тенденции развития танков заключались в увеличении огневой мощи, скорости, проходимости, а также усилении толщины брони. В период первой мировой войны бронетанковые войска в большинстве армий не представляли собой отдельного рода войск, а оставались лишь вспомогательным боевым средством.

Первая мировая война существенно повлияла на развитие и совершенствование броневых автомобилей. Как новое техническое средство броневые автомобили были разработаны и построены в Англии в 1900—1902 гг. Их первое успешное боевое применение относится к концу англо-бурской войны 1899—1902 гг. В 1902—1905 гг. в Германии на основе автомобиля фирмы «Даймлер», имевшего мотор мощностью 30 л. с. и две ведущие оси,

был создан броневый автомобиль, вооруженный малокалиберной пушкой, послуживший прототипом для дальнейшего развития этого вида боевого оружия. Машина весом 2 т имела противопульную броню (3—3,5 мм) и обладала скоростью до 24 км/ч.

В России до первой мировой войны развитию этого вида военной техники значения не придавали. Однако удачный опыт применения броневых автомобилей в германской и бельгийской армиях в маневренных операциях начала войны привел к формированию первой броневой автомобильной роты из автомобилей Русско-Балтийского завода, снабженных противопульной защитой и пулеметным вооружением. На Путиловском заводе было организовано бронирование поступивших в большом количестве из Англии автомобилей «Остин» с усиленным шасси, а также американских машин «Гартфильд»; на Ижорском заводе — машин «Фиат», «Пирс-Арроу», «Пирлесс» и, кроме того, колесно-гусеничных тракторов «Пальмер» и «Ломбард». По пуленепробиваемости, удобству размещения вооружения и членов экипажа отечественные броневые автомобили не уступали зарубежным. К концу первой мировой войны в русской армии насчитывалось около 160 боевых машин.

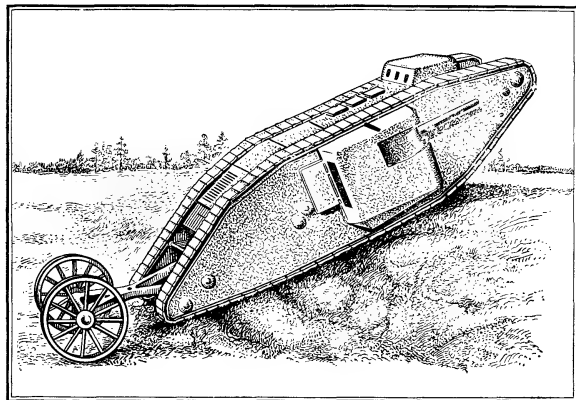
В отличие от обычных грузовых автомобилей броневые автомобили отличались следующими конструктивными особенностями: усиленным шасси (рама, рессоры, задний мост), двойным рулевым управлением, упирением ободов задних колес, устройством, обеспечивающим заводку мотора изнутри. В ходе войны фирма «Бюссинг» разработала (1915 г.) броневые автомобили с двумя моторами. В 1917 г. в России по предложению прапорщика Кегресса несколько броневых автомобилей «Остин» были снабжены вместо задних колес гусеничным движителем с резиновой лентой, обеспечивавшим движение без дорог и по снегу (броневые автомобили «Остин — Кегресс»).

В течение войны непрерывно повышались боевые и технические характеристики броневых автомобилей: усилилось вооружение, скорость хода повысилась с 20—25 до 40—50 км/ч; толщина брони возросла до 6—7 мм (в некоторых случаях до 9 мм); радиус действия увеличился до 300—350 км.

Вследствие позиционного характера первой мировой войны броневые автомобили, применявшиеся для огневой поддержки пехоты и кавалерии, широкого распространения не получили. Вместе с тем они с большим успехом были использованы в маневренных боях гражданской войны (1918—1920 гг.) не только для разведки, но и для непосредственного усиления боевой мощи пехоты и конницы в наступательных и оборонительных боях. В 1918 г. Красная Армия имела в своем распоряжении 148 броневых автомобилей, сведенных в 37 бронепоездов.

В период первой мировой войны впервые в большом масштабе было использовано химическое оружие — оружие массового поражения и уничтожения живой силы противника — боевые отравляющие вещества (БОВ). Их применяли также для заражения местности, вооружения, боевой техники и различных тыловых объектов.

Впервые химическое оружие было использовано германской армией в сражении на Ипре (Бельгия) весной 1915 г. В последующем на протяжении всей войны инициатива в применении БОВ также принадлежала Германии, хотя химическое оружие служило обоим воюющим сторонам.



Первый английский танк

22 апреля 1915 г. по приказу германского командования была проведена неожиданная газобаллонная атака на позиции англо-французских войск на фронте 6 км. В течение 6 мин было выпущено 180 т хлора, что привело к выходу из строя 15 тыс. чел., из которых 5 тыс. погибли. Осенью 1915 г. с помощью газопуска из баллонов, специально установленных против позиций противника, был впервые применен фосген. В дальнейшем этот метод, зависящий от существования ветра, имеющего определенное направление и скорость, был оставлен, а БОВ стали использовать в артиллерийских снарядах и минах, причем число химических соединений, применяемых в качестве БОВ, значительно увеличилось. Наряду с хлором и фосгеном, отравляющими веществами удушающего действия появились хлорпикрин, дифосген и другие вещества слезоточивого и общетоксического действия [78, с. 15, 16, 32—46, 68, 69].

Вместе с развитием БОВ стали создавать и совершенствовать методы защиты. Для защиты от хлора и фосгена появились первые фильтрующие противогазы, представляющие простейшие марлевые многослойные влажные повязки, затем влажные маски с очками, пропитанные специальными растворами [78, с. 131—136, 140]. С появлением других, более мощных БОВ влажные маски стали непригодными.

В 1915 г. русский ученый химик Н. Д. Зелинский предложил новый принцип защиты от БОВ с помощью активированного угля, который хорошо поглощает отравляющие вещества, находящиеся в парообразном

или газообразном состоянии. Был создан сухой фильтрующий противогаз Зелинского с резиновой маской. В 1916 г. русская армия получила уже около 5 млн. таких противогазов различных модификаций. Сухие противогазы с активированным углем позднее были разработаны и в других государствах [78, с. 140, 141; 79, с. 13—37, 52—70].

Дальнейшие поиски новых БОВ и способов их применения были направлены на преодоление существующих средств противохимической защиты. В июле 1917 г. у г. Ипра германское командование впервые применило иприт, обладающий в жидком и парообразном виде сильным кожно-нарывным действием. Использование иприта еще в большей мере затруднило защиту, так как в этом случае необходимо было принимать меры не только против поражения органов дыхания и зрения, но и кожных покровов. В 1917 г. немецкие войска для преодоления защитных свойств существующих противогазов стали применять новые БОВ — дифенилхлорарсин и дифенилдианарсин в виде ядовитых дымов и аэрозолей, получаемых собственнo при горении специальных ядовитодымных шашек и разрыве химических артиллерийских снарядов. Введение ядовитых дымов с очень мелкими частичками твердого вещества привело к дальнейшему усовершенствованию фильтрующих противогазов, которые снабдили специальным противодымным фильтром [78, с. 21—23, 49—51, 129, 139, 144].

Всего в первой мировой войне в качестве БОВ было использовано около 50 химических соединений, из которых наиболее эффективными оказались фосген, дифосген, иприт, дифенилхлорарсин, дифенилдианарсин. За четыре года войны воюющие государства произвели 150 тыс. т различных БОВ и израсходовали 66 млн. химических снарядов и мин.

Разнообразие химического оружия было также ранцевые, траншейные и танковые огнеметы, нашедшие боевое применение в первую мировую войну. Они поражали живую силу горячей жидкостью, выбрасываемой на расстояние 20—100 м через шланг или брандспойт. На войне применяли также различные зажигательные бомбы и снаряды.

Опыт первой мировой войны показал, что эффективность химического оружия весьма велика, особенно при внезапном его применении. Потери от этого оружия были значительными. Так, только в английской армии в период с июля 1917 по ноябрь 1918 г. было выведено из строя около 160 тыс. человек. Общие потери от химического оружия в английской, французской, американской и германской армиях составили 500 тыс. человек [78, с. 27].

Широкое движение народных масс против применения средств массового уничтожения вынудило правительства 34 капиталистических государств подписать в 1925 г. Женевский протокол, запрещающий применение химических и бактериологических средств на войне. К этому протоколу позднее присоединился еще ряд государств, в том числе Советский Союз.

СОЗДАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ1. ПЕРВЫЕ НАУЧНЫЕ РАБОТЫ
В ОБЛАСТИ КОСМОНАВТИКИ

Научные основы космонавтики зародились на рубеже XIX и XX вв. Этому способствовало общее развитие таких наук, как механика и астрономия.

В 80-х годах XIX в. появились научные предпосылки к обоснованию возможности космического полета. Они выражались в постановке двух основных задач: а) отыскание принципиальных схем двигательной системы для достижения космического пространства и полета в нем; б) разработка проектов (по существу — схем или эскизов) космического корабля, основанная на предполагаемых условиях межпланетного полета. Особое место стало занимать развитие (в отличие от предшествующих этапов представителями точных наук) общей идеи космического полета — формулирование целей освоения космоса человеком для достижения других небесных тел, знакомства с иными цивилизациями и т. д.

Первым начал теоретически исследовать проблему космического полета К. Э. Циолковский. В 1883 г. он написал (в форме научного дневника) работу «Свободное пространство», в которой рассмотрел ряд задач классической механики о движении тел в пространстве без действия силы тяжести и сопротивления окружающей среды [1]. В рукописи нет количественных зависимостей и все рассуждения носят качественный характер, тем не менее можно считать, что в ней впервые в истории науки исследованы различные физические явления в условиях открытого космического пространства с учетом его основного фактора — невесомости.

Важнейший вывод из этой работы К. Э. Циолковского состоит в том, что движущей силой для перемещения в условиях космоса может быть только сила реакции. В записи от 28 марта 1883 г. качественно рассмотрена задача об изменении количества движения тела в результате отбрасывания вещества и сделан краеугольный вывод динамики полета космических аппаратов: «Равномерное движение по прямой или прямолинейное неравномерное движение сопряжено в свободном пространстве с непрерывною потерей вещества» [1, с. 57]. Одновременно К. Э. Циолковский рассматривает вопрос об ориентации космического аппарата и стабилизации его положения с помощью гироскопов.

Таким образом, уже в истоке научных основ ракетно-космической техники проблема собственно космического полета совмещалась с проблемой реактивного движения. Необходимо было комплексное решение.

В 80-е годы XIX в., когда наука и техника многих стран безуспешно бились над задачей атмосферного полета на аппарате тяжелее воздуха, комплексные проблемы космонавтики не могли вызвать широкого интереса и потому не развивались учеными. Более того, сам Циолковский вернулся к этим исследованиям лишь через полтора десятилетия, а у других

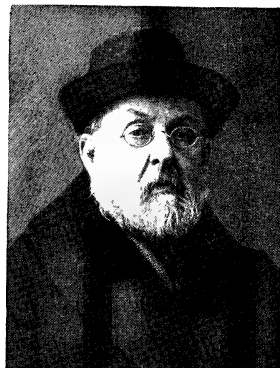
исследователей первый интерес к научным основам космонавтики возник более чем через 20 лет.

Однако раздельно проблема космического полета и проблема реактивного движения привлекают внимание специалистов разных стран. К этому времени был накоплен немалый опыт в практическом использовании твердотопливных ракет, но их изначально низкая энергетическая эффективность вызвала необходимость создания новых схем реактивных двигателей. Этому способствовал также поиск двигательных установок для аэростатов и самолетов, интенсивно шедший в XIX в.

Так, еще до середины 80-х годов появилось несколько проектов реактивных летательных аппаратов тяжелее воздуха. В 1872 г. испанский исследователь Ф. Ариас предложил схему атмосферного летательного аппарата с жидкостным ракетным двигателем на однокомпонентном топливе [2]. В 1881 г. Н. И. Кибальчич в России создал эскизный проект такого же летательного аппарата с твердотопливным ракетным двигателем, заряды в который подаются последовательно. В первой половине 80-х годов русский инженер С. С. Неждановский рассмотрел несколько схем реактивных двигателей, включая (впервые в мире) предложенную схему ракетного двигателя на двухкомпонентном жидком топливе [3, с. 124, 125]. Все эти проекты возникли независимо один от другого, но в свое время не были опубликованы (за исключением схемы Ариаса), ни один из них не привлек внимания научной общественности и не получил конструктивного развития. Однако объективно идея жидкостного ракетного двигателя, которая впоследствии нашла применение для космических полетов, к середине 80-х годов уже существовала.

В тот же период на основе частных исследований продолжала развиваться (в общем виде) идея межпланетных полетов. В первой половине 80-х годов немецкий изобретатель Г. Гансвиндт начал выступать с публичными лекциями по проблеме атмосферных и космических полетов. В 1893 г. было опубликовано краткое изложение лекции «Летающие люди (взгляд в будущее)», а в 1899 г. — полный текст доклада «О важнейших проблемах человечества», впервые прочитанного им в 1891 г. [4, с. 63].

В докладе дано описание космического корабля для межпланетных полетов. В качестве двигательной установки автор предложил схему, по существу, аналогичную схеме Кибальчича. Изобретатель предусмотрел камеру сгорания с последовательной подачей в нее динамитных патро-



Константин Эдуардович
Циолковский
(1857—1935 гг.)



Герман Гансвиндт
(1856—1934 гг.)

нов, т. е. с ракетным двигателем. Однако Гансвиндт не представил никаких энергетических расчетов, и его идея до некоторой степени лишь повторяет идею Циолковского. Естественно, что предложенные Гансвиндтом схема двигателя и вид топлива не могли получить практического применения. В то же время в докладе впервые рассмотрены вопросы конструкции космического корабля, а также некоторые общие аспекты освоения космического пространства человеком.

В 1895 г. была опубликована научно-фантастическая повесть К. Э. Циолковского «Грезы о земле и небе и эффекты всемирного тяготения», в которой в беллетризированной форме были также рассмотрены многие вопросы и явления, связанные с космическим полетом.

Таким образом, к концу 90-х годов XIX в. Циолковский и Гансвиндт независимо друг от друга пришли к выводу об использовании сил реакции как движительного средства для осуществления полета в космическом пространстве и в первом приближении рассмотрели основные задачи проектирования космического корабля. В то же время их ранние работы Циолковского, ни предложения Гансвиндта не стали основанием научной теории космонавтики. Физическая, и в частности энергетическая, сущность космического полета рассмотрена в них недостаточно глубоко, не подкреплена математическим аппаратом. Как следствие этого, не была найдена схема двигательной установки, которая смогла бы сделать космический полет хотя бы теоретически реальным. Тем не менее эти работы создали предпосылки для создания теоретических основ космонавтики.

2. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ КОСМОНАВТИКИ

Впервые узловая проблема космонавтики — вопрос об энергодвижительной установке, притом на солидной физической и математической основе, была теоретически решена в работе К. Э. Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами», опубликованной в Петербурге в мае 1903 г. [5] (основные теоретические выкладки и расчеты были проведены в 1896—1897 гг.). В этом труде на основе законов теоретической механики (закона сохранения количества движения и закона

независимого действия сил) впервые дана теория полета космической ракеты и сделан вывод о необходимости и возможности осуществления космического полета с помощью жидкостного ракетного двигателя.

Важнейшим результатом исследования был вывод основной формулы ракетодинамики — движения тела переменной массы под действием реактивной силы в условиях отсутствия внешних сил (анализ движения тела переменной массы был также сделан в 1897 г. русским ученым И. В. Мещерским). Формула выражает зависимость между скоростью истечения продуктов сгорания (c), отношением массы топлива (M_2) к массе конструкции ракеты (M_1) и конечной скорости ракеты (v):

$$v = c \ln (1 + M_2/M_1).$$

Пользуясь этой формулой, Циолковский показал, что при вполне реальных значениях скорости истечения и отношений масс могут быть получены очень высокие скорости полета, вплоть до второй космической, что в принципе делает осуществимыми межпланетные перелеты.

Формула, получившая имя Циолковского и позже в различных видах выведенная многими другими авторами, по существу, определила всю проблематику практической жидкостной ракеты (намеченную уже в работе Циолковского): поиск высокоэффективных топлив (с высокой скоростью истечения), оптимальную организацию горения топлива и истечения продуктов сгорания (с целью повышения КПД), достижение минимального веса конструкции ракеты при заданном запасе топлива (повышение отношения масс, или числа Циолковского) и т. д. В работе 1903 г. Циолковским был сделан также вывод формулы движения ракеты в условиях действия силы тяжести (при вертикальном и наклонном подъемах). Эта формула, по существу, определила другой класс аналитических задач ракетодинамики — поиск оптимальных режимов полета и траекторий.

В рассматриваемой работе, кроме того, исследованы энергетические возможности некоторых неракетных методов разгона (для достижения космических скоростей); различные виды жидких и твердых ракетных топлив, причем как наиболее эффективное рекомендовано кислородно-водородное топливо; предложены возможные значения соотношения масс для решения различных космических задач; возможные значения энергетического КПД («степени утилизации») ракеты, а также дан общий энергетический анализ ракеты как тепловой машины; затронуты проблемы управления ракетой, в частности предложено отклонение реактивного сопла двигателя.

Работа стала основополагающей в теории космонавтики, однако в свое время в силу объективных (социально-экономические условия, и в частности уровень развития техники) и субъективных причин (конфискация части тиража журнала со статей царским правительством и т. п.) она не получила большого распространения и непосредственного развития.

В первом десятилетии XX в. качественный и количественный анализ различных частных задач космонавтики был начат и другими исследователями в разных странах — Р. Годдардом (США), Ф. А. Цандером (Россия), Р. Эсно-Пельтри (Франция), Г. Обертон (Германия), во втором десятилетии — Ю. В. Кондратюком (Россия), В. Гоманном (Германия) и др. Можно отметить следующие особенности этого этапа: а) исследования ве-



Роберт Хитчингс Годдард
(1882—1945 гг.)

и кончая многими частными конструктивными задачами, всегда, однако, помня об их перспективном характере. При этом ученый неоднократно заявлял, что освоение космического пространства следует начинать с создания орбитальных средств.

Р. Х. Годдард (США) начал свои исследования в области ракетно-космической техники в 1906 г. В его научном дневнике под названием «Перемещение в межпланетном пространстве» [6, с. XIII] в 1906—1908 гг. были рассмотрены различные источники энергии и типы двигателей: солнечные зеркала; высокоскоростной поток электрически заряженных частиц (по-видимому, это было первое рассмотрение теории электрических реактивных двигателей); тепло, выделяющееся при радиоактивном распаде (провозвестник атомного двигателя); и, наконец «непрерывное горение» водорода и кислорода с «отбрасыванием газов» (т. е., по существу, жидкостный ракетный двигатель) [6, с. 693]. Кроме того, в те же годы он изучал некоторые другие аспекты космического полета: противометеорную защиту, старт ракеты (в частности, высотный — с помощью аэростатов), посадку с применением крыла на планету, имеющую атмосферу, или на Землю при возвращении, фотографирование Луны при облете ее ракетой и различные вопросы практики космических полетов и конструкции аппаратов. Некоторые результаты исследований Годдард включал в статью «О возможности перемещения в межпланетном пространстве» (1907 г.) [6, с. 81—87], которая была опубликована лишь в 1970 г. В статье делается

лись только отдельными энтузиастами, а не группами и не в научных учреждениях; б) все исследователи работали изолированно, независимо один от другого; в) многие из них не публиковали результаты своих исследований, иногда даже не пытались этого делать, считая, по-видимому, свои работы несвоевременными или незавершенными.

Еще одна важная особенность: большинство пионеров теоретической космонавтики исследовали весьма сложную космическую задачу полета человека на другие планеты солнечной системы. Эта задача и теперь весьма проблематична, а тогда частные теоретические решения носили абстрактно-научный характер и вообще не могли рассматриваться как актуальные. При этом выделялась деятельность К. Э. Циолковского, который рассматривал проблему космонавтики комплексно, начиная от социально-философского обоснования ее необходимости

заключение о необходимости для «физического перемещения на планеты» использовать 3-й закон Ньютона, проводится прикидочные расчеты необходимых затрат энергии. Согласно основному выводу этой работы, Годдард тогда сводил межпланетный полет к решению проблемы атомного двигателя.

В 1909 г. Годдард впервые сделал энергетический расчет жидкостной водородно-кислородной ракеты с учетом возможности применения также других (углеводородных) горючих жидкостей и твердого топлива. Тогда же он рассмотрел схему многоступенчатой ракеты [6, с. 95—99].

В 1907—1908 гг. к самостоятельным исследованиям в области космического полета приступил Ф. А. Цандер (тогда студент Рижского политехнического института) [7, с. 77]¹. В своей первой рукописной работе «Космические (эфирные) корабли, которые обеспечивают сообщение между звездами» (1908—1912 гг.) [8] он рассмотрел принцип реактивного движения, вывел и проанализировал зависимости между массой ракеты, высотой и временем ее полета, сделал некоторые расчеты, связанные с межпланетными перелетами, дал оценку конструктивным системам космического корабля, изучал энергетические возможности химических топлив и электрического двигателя и др. В 1909 г. он выдвинул идею использования в качестве ракетного горючего материала конструкции межпланетного аппарата. В те же годы частные задачи теории космического полета (в основном повторяя результаты Циолковского) ставили и решали также Р. Эсно-Пельтри (Франция) и Г. Оберт (Германия) [9, 10].

3. ПЕРВЫЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ В ТЕОРИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

В 1911—1912 гг. К. Э. Циолковский опубликовал вторую часть («с кратким изложением первой части») своего труда «Исследование мировых пространств реактивными приборами» [11]. По существу, появилась первая фундаментальная работа, в которой рассмотрены почти все основные

¹ Известно, что в 1904 г. он еще гимназистом ознакомился с работой К. Э. Циолковского 1903 г.



Фридрих Артурович Цандер
(1887—1933 гг.)



Робер Эсно-Пельтри
(1882—1957 гг.)

шего преодоления атмосферы с помощью вертикальной траектории, об использовании углеводородов в качестве ракетного горючего, о достоинствах внутриядерной энергии и электрических реактивных двигателей, о необходимости создания специального оборудования для существования человека в космическом корабле и др.

Таким образом, работы К. Э. Циолковского предвосхитили одно из важнейших в будущем направлений развития науки и техники и стали теоретической первоосновой новой области науки — теоретической космонавтики. Работа 1911—1912 гг. была напечатана в весьма известном и популярном авиационном журнале и ее имели возможность прочесть многие исследователи разных стран.

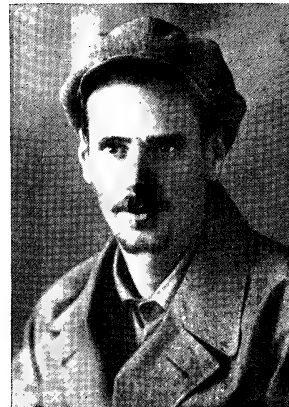
В ноябре 1912 г. на заседании Французского физического общества сделал свой доклад по проблемам теоретической космонавтики Р. Эсно-Пельтри (доклад был опубликован в 1913 г. [12]). В работе был дан вывод уравнения движения ракеты (по существу, аналогичного уравнению Циолковского), сделан анализ энергетических затрат, необходимых для отрыва ракетного снаряда от Земли и совершения им перелета на Луну (с посадкой). Приняв максимальную перегрузку при разгоне ракеты равной $1,4g$ и очень низкое отношение масс одноступенчатой ракеты, Эсно-Пельтри получил очень высокую требуемую скорость истечения, практически нереальную для химических топлив. В результате был сделан вывод, что перелет на Луну или планеты возможен лишь с использованием радия,

проблемы космического полета. Циолковский углубил здесь решение задачи о влиянии тяготения на движение ракеты, рассчитал значения «космических скоростей», впервые исследовал влияние сопротивления атмосферы на конечную скорость ракеты и ее эффективность, рассмотрел идею ядерного и электрореактивных двигателей и некоторые особенности межпланетных траекторий, а также дал развернутый анализ условий космического полета (перегрузки на участке выведения, невесомость, нагрев и охлаждение) и предложил ряд конструктивных решений для преодоления их вредного воздействия. В конце работы Циолковский изложил свои аргументы в пользу необходимости освоения человеком космического пространства. Среди частных решений, приведенных в работе, следует выделить выводы о несущественности сопротивления земной атмосферы (по сравнению с действием гравитации), о выгоде быстрой

т. е. внутриатомной энергии. Такой вывод (аналогичный сделанному Годдардом в 1907 г.) был шагом назад по сравнению с результатами, полученными Циолковским. Однако следует отметить, что это первое после работ Циолковского опубликованное исследование по теории космонавтики, содержащее к тому же ряд ценных идей: об использовании поворотных ракетных двигателей или специальных малых двигателей для управления кораблем на траектории, о схеме «самолет—ракета», о создании искусственной силы тяжести и др. Основной вывод Эсно-Пельтри о возможности космического полета лишь с использованием радия был подвергнут критике Циолковским в его очередной работе, вышедшей в виде отдельной брошюры в Калуге в 1914 г. [13] и посвященной в основном энергетике космического полета.

В 1912 г. исследовал ракету на жидком топливе (горючее—спирт) Г. Оберт, однако результаты своих исследований он оформил в рукописи только в начале 20-х годов.

В 1913 г. Годдард завершил новую рукопись «Перемещения в межпланетном пространстве» (опубликована в 1970 г. [6, с. 117—123]), которая являлась предварительным итогом его исследований по теории реактивного движения и космического полета. В этой работе рассмотрена, в частности, задача о посылке на поверхность Луны заряда осветительного пороха, содержится тезис об использовании Луны для производства на ней ракетного топлива и для старта с нее к планетам (эти мысли были высказаны им еще в 1908 г.), а также идея о применении на корабле для полета к Марсу электрического двигателя с солнечным источником энергии и др. Теоретические выкладки и расчеты были окончательно завершены Годдардом в 1914 г. и оформлены в капитальную статью «Проблема поднятия тела на большую высоту над поверхность Земли» (представлена в том же году в Кларкский университет, но опубликована лишь в 1970 г. [6, с. 128—152]). Здесь Годдард впервые привел собственный вывод уравнения движения ракеты, который был сделан с учетом действия гравитации и сопротивления атмосферы. Убедившись в сложности решения полученной вариационной задачи, Годдард в расчетах применил интервальный метод (весьма, впрочем, громоздкий). Все расчеты были сделаны для твердого или жидкого кислородно-водородного топлива. В статье вошли также в более подробном изложении и другие идеи Годдарда.



Юрий Васильевич Кондратюк
(1897—1942 гг.)

В 1915—1916 гг. Годдард впервые провел экспериментальные исследования со стальными камерами порохового ракетного двигателя с целью определения их КПД и скорости истечения. После завершения этих экспериментов Годдард создал окончательный вариант своей монографии, опубликованной Смитсоновским институтом в Вашингтоне в 1919 г. (вышла в свет в 1920 г.) [14]. Однако в этой публикации все вопросы теоретической космонавтики (как и применения жидкостных ракет) отошли на второй план. В том же 1920 г. Годдард представил в Смитсоновский институт доклад «О дальнейшей разработке ракетного метода исследования космического пространства» (опубликован в 1970 г. [6, с. 413—430]), в котором рассмотрены вопросы применения кислородно-водородного топлива, получения ионизированной реактивной струи, создания солнечной энергетической установки и др. Начиная с 1917 г. Годдард занимался конструированием твердотопливной «многозарядной» (с магазином патронов) ракеты, рассматривая ее поначалу как прототип высотной космической ракеты.

Ф. А. Цандер большое внимание в своем творчестве уделял конструкции и расчету межпланетного корабля схемы «самолет-ракета» с использованием материала конструкции ракеты в качестве горючего, а также траекторным вопросам. В 1917 г. он приступил к экспериментальной работе по металлическим топливам. К сожалению, основная часть рукописей Цандера, относящаяся к этому периоду, до сих пор не изучена [7, с. 129—135], что не позволяет дать достаточно полную оценку его деятельности до начала 20-х годов.

Ю. В. Кондратюк уже в начале своих исследований (1917 г.) также вывел основное уравнение движения ракеты (формулу Циолковского) и сделал его анализ. Кондратюк пришел к выводу о возможности осуществления ракетного полета к другим планетам, после чего рассмотрел (в основном качественно) некоторые частные вопросы: о влиянии сил тяготения и сопротивления атмосферы, о роли ускорения, о составных частях ракеты, об управлении кораблем, а также об использовании для движения солнечной энергии, потока заряженных частиц и др. [15, с. 624—627]. Работая совершенно самостоятельно, Кондратюк в 1919 г. высказал много оригинальных и ярких (хотя и недостаточно разработанных) идей, многие из которых позже были реализованы на практике.

Таким образом, к этому времени усилиями нескольких ученых разных стран были разработаны основы теории ракетно-космической техники.

Однако вплоть до начала 20-х годов разработка проблем космонавтики не вышла за пределы индивидуальных усилий отдельных ученых, к ним не было привлечено внимание широкой научной и инженерной общественности, и экспериментальные работы были лишь в самом зачаточном состоянии.

НОВЕЙШАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ НА РУБЕЖЕ XIX И XX ВВ. ЕЕ ПЕРВЫЙ ЭТАП

Как известно, на рубеже XIX—XX вв. вокруг новейших открытий в физике развернулась острая философская борьба. Подробный анализ этой борьбы выходит за рамки темы истории развития техники, однако следует все же подчеркнуть, что, в то время как философы-идеалисты и «физические» идеалисты всячески пытались изобразить новейшие достижения физики в качестве «доводов» против материализма, люди практики — работники производства, инженеры, лаборанты — видели в них новые свойства и новые формы материального движения, которыми они пользовались на деле. Так, В. И. Ленин писал: «Движение тел превращается в природе в движение того, что не есть тело с постоянной массой, в движение того, что есть неведомый заряд неведомого электричества в неведомой эфире (в электромагнитном поле. — Б. К.), — эта диалектика материальных превращений, продлеваемых в лаборатории и на заводе, служит в глазах идеалиста... подтверждением не материалистической диалектики, а доводом против материализма...»¹. И далее: «Электричество объявляется сотрудником идеализма... Всякий физик и всякий инженер знает, что электричество есть (материальное) движение, но никто не знает толком, что тут движется, — следовательно, заключает идеалистический философ, — можно надуть философски необразованных людей соблазнительно-«экономным» предложением: давайте *мыслить* движение без материи...»². Читателей, которых интересует философская сторона новейшей революции в естествознании, мы отсылаем к специальной литературе по этим вопросам, а сейчас обратимся к истории учения об электромагнетизме в конце XIX в.

1. РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМЕ В ПОСЛЕДНЕЙ ЧЕТВЕРТИ XIX в.

К 70-м годам XIX в. учение об электричестве стало занимать центральные позиции в развитии не только физики, но и всего естествознания. К этому времени Дж. К. Максвелл создал электромагнитную теорию света. В 1873 г. был опубликован максвелловский «трактат по электричеству и магнетизму». Продолжая разработку идеи Фарадея, Максвелл создал классическую теорию электромагнитного поля. Из системы уравнений электродинамики («уравнений Максвелла») следовало, что должны существовать электромагнитные волны. Реальность этих волн была экспериментально доказана Г. Герцем в 1887—1888 гг.

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 297—298.

² Там же, с. 300.

В начале 80-х годов появились работы М. Депре о передаче электроэнергии на расстояние по телеграфной проволоке. Ф. Энгельс писал, что это открытие окончательно освобождает промышленность почти от всяких границ, полагаемых местными условиями, делает возможным использование также и самой отдаленной водяной энергии, и если вначале оно будет полезно только для городов, то в конце концов оно станет самым мощным рычагом для устранения противоположности между городом и деревней³.

По свидетельству Ф. Энгельса, К. Маркс, высоко ценивший научные открытия, особенно тогда, когда они имели непосредственный выход в практику, «следил во всех подробностях за развитием открытий в области электричества и еще в последнее время за открытиями Марселя Депре»⁴.

В 70—90-х годах развернулись исследования катодных лучей. Было найдено, что катодные лучи — это отрицательные электрические заряды, следовательно, дискретные, а не волновые образования. Это было началом электрохимии.

На грани физики и химии в области электрохимии были сделаны в 80-х годах замечательные открытия, которые легли в основу физической химии: в 1885—1887 гг. Сванте Арренius создал теорию электролитической диссоциации (сильно разбавленных водных растворов); центральным понятием этой теории было понятие об ионе — электрозаряженном «осколке» молекулы растворенного вещества, несущем дискретный заряд — положительный (у катиона) или отрицательный (у аниона).

Однако вещественный носитель электрического движения не был еще открыт. В статье «Электричество» (1882 г.) Ф. Энгельс сопоставил учение об электричестве с химией, в которой прочно укрепилось понятие об атоме, обладающем атомным весом. «В учении же об электричестве мы имеем перед собой хаотическую груду старух, ненадежных экспериментов... И в самом деле, в области электричества еще только предстоит сделать открытие, подобное открытию Дальтона, открытие, дающее всей науке средоточие, а исследованию — прочную основу»⁵.

Хотя идеи о сложности и делимости атома уже зародились, прямых опытных подтверждений эти идеи не получили до конца XIX в. В 1885 г. Ф. Энгельс писал: «Но атомы отнюдь не являются чем-то простым, не являются вообще мельчайшими известными нам частицами вещества. Не говоря уже о самой химии, которая все больше и больше склоняется к мнению, что атомы обладают сложным составом, большинство физиков утверждает, что мировой эфир... состоит тоже из дискретных частиц...»⁶, очень малых по сравнению с атомами.

Однако Д. И. Менделеев, который в начале 70-х годов склонялся к мысли, что атомы делимы и состоят из культикатов, затем к концу 80-х годов под влиянием неизменно отрицательных результатов пришел к выводу, что химические элементы, или «простые тела составляют крайнюю грань наших познаний о веществе...» [1, с. 17]. Считается, указывает

Менделеев, что элементы не разлагаются и один в другой не переходят. Соответственно этому и атомы должны считаться неделимыми, но не в механическом, а в реальном, химическом смысле.

Хотя было установлено, что валентность элементов носит дискретный характер и различается по кислороду (отрицательному элементу) и по водороду (положительному элементу), тем не менее прямая связь между электрическими и химическими свойствами вещества еще не была раскрыта, а периодический закон Менделеева трактовался как чисто химический. При этом химизм элементов связывали лишь с их массой.

Несмотря на огромные успехи учения об электромагнетизме, физическая картина мира до конца XIX в. в целом оставалась механической. Между тем эти успехи в области познания электрических явлений к концу XIX в. подготовили крушение старой, механической картины мира и создание новой, электромагнитной его картины, что и произошло благодаря начавшейся «новой революции в естествознании». Эта революция захватила прежде всего физику, особенно область познания электромагнитных явлений, которые позволили затем проникнуть в сферу микромира. Этот процесс начался на рубеже XIX и XX вв. Его анализ дан в книге В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм», написанной в 1908 г. и вышедшей в свет в 1909 г.

2. НАЧАЛО «НОВЕЙШЕЙ РЕВОЛЮЦИИ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ»

Как и всякая революция, революция в науке имеет две основные задачи, которым соответствуют в основном две последовательно сменяющиеся одна другую ступени ее развития. Первая задача носит негативный характер — разрушить в корне, до основания то старое, отжившее, что мешает дальнейшему продвижению вперед. Вторая задача носит позитивный характер — после разрушения старого на расчищенной почве создать новое, обеспечивающее дальнейшее движение вперед. Когда речь идет о научной революции, старыми, подлежащими коренной ломке являются устаревшие представления, понятия, теории. При создании новых представлений все положительное и ценное, что имелось в прежних представлениях и теориях, не отбрасывается, а сохраняется, получая новое толкование, новое освещение и входя в качестве строительного материала в новые концепции и теории.

Научная революция охватывает прежде всего область теоретических представлений, тогда как сами по себе эмпирические данные и новые факты революции еще не производят. Они ее лишь подготавливают, требуют для своего объяснения и обобщения выработки новых подходов, новых взглядов, новых теоретических концепций.

«Новейшая революция в естествознании», как назвал ее В. И. Ленин, означала, что та «крайняя грань» наших знаний о веществе, которой достигло научное исследование в течение XIX в., впервые оказалась перейденной в течение трехлетия (1895—1897 гг.), когда были сделаны одно за другим три великих физических открытия: первое (1895 г.) — К. Рентген открыл глубокопроникающие x -лучи, названные рентгеновскими; второе (1896 г.) — А. Беккерель обнаружил явление радиоактивности;

³ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 35, с. 374.

⁴ Там же, т. 19, с. 351.

⁵ Там же, т. 20, с. 433—434.

⁶ Там же, с. 585.

третье (1897 г.) — Дж. Томсон нашел электрон. Все три открытия были связаны с электричеством и магнетизмом: это был либо новый вид электромагнитных волн, либо излучение электрозаряженных частиц. Глубокое значение всех трех открытий, что выяснилось немного позднее, состояло в том, что физика перешагнула ту «крайнюю грань» наших познаний о веществе, о которой Менделеев писал всего за несколько лет перед тем, и вступила во внутриатомную область, показав сложность, разрушимость и делимость атома.

Как известно, по своей структуре атом состоит из двух сфер: внешней — электронной оболочки и внутренней — атомного ядра. Открытия рентгеновских лучей и электрона позволили исследовать оболочку атома, открытие радиоактивности — изучать атомное ядро, хотя само ядро было открыто много позднее. В итоге атом предстал как сложная электрическая система, образованная из элементов, несущих отрицательный заряд, и из положительного заряда, расположение которого внутри атома оставалось пока еще неизвестным.

Особенно важное значение сыграло открытие супругами М. и П. Кюри (1898 г.) нового химического элемента — радия, который обладал значительно сильнее выраженными радиоактивными свойствами, нежели уран, у которого впервые обнаружил это излучение Беккерель. В книге «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленин позднее привел выражение «великий революционер-радий»¹, которое было дано новому элементу в связи с тем, что он подрывал старые теоретические воззрения и принципы физики.

В 1902—1903 гг. Э. Резерфорд и Ф. Содди создали первую теорию радиоактивности как спонтанного (самопроизвольного) распада атомов и превращения одних элементов в другие, в данном случае превращения радия в emanацию радия (радон) и гелий. С открытия радия и создания теории радиоактивного распада берет начало ядерная физика. Итак, «новейшая революция в естествознании» наряду с негативной, разрушительной задачей приступила к выполнению своей несравненно более сложной позитивной, созидательной задачи.

Проникновение в глубь атома и доказательство его разрушимости был не единственный путь, по которому пошла научная революция. Она с этого началась, но вскоре же захватила и другие области физики и всего естествознания. Здесь прежде всего надо назвать проникновение в науку идеи, или принципа дискретности, атомизма. Уже открытие электрона свидетельствует о том, что выделенный носитель электричества имеет дискретный характер. Еще раньше это показал Х. А. Лоренц, разработав электронную теорию путем введения в максвелловские уравнения электродинамики дискретной величины электрического заряда.

В еще большей степени проникновению в физику идеи дискретности способствовало создание Максом Планком теории квантов (1900 г.). Изучая тепловое излучение так называемого абсолютно черного тела, Планк обнаружил, что оно не может быть описано обычными (классическими) формулами излучения, но что для этого в соответствующие формулы необходимо ввести особую дискретную постоянную величину — квант дей-

ствия. В таком случае энергия излучения приобретает дискретный характер («квантуется»).

В XIX в. в физике господствовала идея непрерывности, и все ее фундаментальные уравнения были выражены с помощью непрерывных функций (в механике, термодинамике, электродинамике). Исключение составляли молекулярно-кинетическая теория газов и статистическая физика, но они вполне уживались с господствовавшей в то время в физике установкой на непрерывность физических процессов. После открытия электрона и разработки электронной теории, а в особенности после создания теории квантов картина резко изменилась: наряду с непрерывностью в физике прочное место заняла концепция дискретности, особенно в той новой области, которая касалась микроявлений. Вступив в эту новую для нее область, физика открыла новый, качественно своеобразный микромир и как бы пограничный столбом, стоящим на его границе, оказалась «постоянная Планка» — квант действия h .

Спустя пять лет А. Эйнштейн (1905 г.) ввел понятие кванта света, или фотона («атома» света), величина которого представляла собой произведение кванта действия h на частоту колебаний ν (т. е. $h\nu$). В итоге этого обнаружилась глубоко противоречивая природа света: с одной стороны, волновая (непрерывная), как это установила классическая оптика, с другой стороны — дискретная (прерывистая), как это открыла квантовая физика. Однако обе эти противоположные стороны не были приведены еще к внутреннему единству, а как бы сосуществовали одна рядом с другой, разделив между собой всю область оптики: та ее часть, которая изучала распространение света, опиралась на прежнюю волновую теорию, поскольку свет распространялся волнообразно как непрерывное образование; та же часть оптики, которая изучала излучение и поглощение света, опиралась на новую квантовую теорию, поскольку эти процессы происходили как прерывистые (свет излучался и поглощался определенными порциями и). Такое положение в физике сохранялось почти до конца первой четверти XX в.

Важно указать, что идея дискретности, а значит, и скачкообразности явлений природы как раз в это время стала проникать и в биологию, а именно в учение о наследственности (генетику). Еще в 1865 г. Т. И. Мендель открыл законы наследственности, показав, что они носят статисти-



Вильгельм Конрад Рентген
(1845—1923 гг.)

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 286.

ческий характер и что, следовательно, в основе этого явления лежат какие-то дискретные процессы. Но тогда это открытие прошло незамеченным. На рубеже XIX и XX вв. биологи вновь «открыли» Менделя, дополнив его законы гипотезой А. Вейсмана о «зародышевой плазме», состоящей из множества «детерминант», учением Х. де Фриза о скачкообразных «мутациях», гипотезой о «генах» В. Л. Иогансена. Вскоре же все эти воззрения объединила хромосомная теория наследственности Т. Х. Морганна, которая на передний план поставила идею дискретности вещественного носителя наследственности. Тем самым и биология оказалась в фарватере общих с новой физикой идей.

Из теории Максвелла, подтвержденной и проверенной на опыте Герцем, следовало, что существуют электромагнитные волны большой длины. А. С. Попов еще в конце 80-х годов XIX в. начал их изучать и в 1895 г. изобрел радио, которое стало одним из первых и весьма важных практических приложений «новейшей революции в естествознании». В 1896—1897 гг. изобретение «беспроволочного телеграфа» стал разрабатывать дальше и продвигать в жизнь Г. Маркони.

Из теории Максвелла вытекало также, что электромагнитные волны (а значит, и свет) должны оказывать давление на тела. В 1899—1900 гг. П. Н. Лебедев измерил величину этого давления экспериментально и тем самым на деле открыл существование светового давления.

Для физики XIX в. (да и более раннего периода) был характерен резкий разрыв между двумя основными физическими видами материи — веществом и светом (полем). Этот разрыв проявлялся прежде всего в следующих трех пунктах. Во-первых, в таком фундаментальном признаке, как наличие и отсутствие свойства массы: вещество считалось всегда весомым, обладающим массой, а свет — невесомым, следовательно, не обладающим массой. Открытие Лебедева показало, что если свет оказывает давление на тела, то значит, он должен обладать массой, как и все вещественные объекты природы. В результате в этом пункте разрыв между веществом и светом стал ликвидироваться. Возникло понятие электромагнитной массы, качественно отличной от обычной, механической. Во-вторых, вещество рассматривалось как построенное из атомов, следовательно, обладающее дискретным, прерывистым строением; свет же в XIX в. трактовался как волнообразный процесс, как непрерывное образование. Благодаря квантовой теории Планка и понятию фотона и в этом пункте прежний разрыв между веществом и светом начал исчезать, хотя полная его ликвидация даже в оптике сильно затянулась, не говоря уже о распространении идеи непрерывности, волнообразности на частицы вещества. Это произошло значительно позднее, на рубеже первой и второй четверти XX в. благодаря созданию квантовой механики.

Наконец, в-третьих, вещество и свет трактовали как неспособные к взаимным превращениям и переходам и только гораздо позже ядерная физика доказала наличие таких превращений (рождение и аннигиляция «пары», «дефект массы»). В основе таких превращений (ядерных реакций) лежал фундаментальный закон физики, открытый А. Эйнштейном (1905 г.) и гласящий, что в общем случае для любого тела полная внутренняя энергия E равна его массе m , умноженной на квадрат скорости света c : $E = mc^2$. Этот закон Эйнштейн вывел теоретически как следствие из созданной им теории относительности (из ее частного принципа). Замеча-



Мария и Пьер Кюри в лаборатории (рубеж XIX и XX в.)

тельно, что Эйнштейн прозорливо указал в том же 1905 г.: «Не исключена возможность того, что проверка теории может удасться для тел, у которых содержание энергии в высшей степени изменчиво (например, у солей радия)» [2, с. 178].

В дальнейшем закон Эйнштейна, действительно, стал основным для ядерной физики.

В конце XIX в. проявилась тесная связь физики и химии. Прежде всего валентность уже истолковывали в смысле ионообразования — приобретения или потери валентных электронов. В книге «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленин так охарактеризовал состояние этой проблемы: «С каждым днем становится вероятнее, что химическое сродство сводится к электрическим процессам»⁸.

Дж. Томсон создал статическую модель атома, где неподвижные электроны были как бы вкраплены в размазанный по объему всего атома положительный электрический заряд. При этом была сделана попытка располагать электроны концентрическими кольцами, каждое из которых отвечало определенному периоду менделеевской периодической системы элементов.

Наряду со статической моделью атома были предложены динамические модели, исходящие из мысли о движущихся электронах внутри атома.

⁸ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 285.



Эрнест Резерфорд
(1871—1937 гг.)

В. И. Ленин писал по этому поводу: «Электрон относится к атому, как точка в этой книге к объему здания в 30 сажен длины, 15 — ширины и $7\frac{1}{2}$ — высоты (Лодж), он двигается с быстротой до 270 000 километров в секунду, его масса меняется с его быстротой, он делает 500 триллионов оборотов в секунду, — все это много мудренее старой механики, но все это есть движение материи в пространстве и во времени»⁹.

В этих положениях складывались уже первые черты будущей электромагнитной картины мира, которая пришла на смену прежней механической. Сопоставляя обе эти физические картины мира, Ленин писал: «Мир есть движущаяся материя... и законы движения этой материи отражает механика по отношению к медленным движениям, электромагнитическая теория — по отношению к движениям быстрым...»¹⁰.

Несмотря на то что химия уже в начале XX в. испытывала огромное влияние со стороны революционизирующей физики, тем не менее главное достижение химии конца XIX в. — периодический закон химических элементов, открытый Менделеевым, оставался, по существу, вне влияния новейших открытий в естествознании. Более того, первое время могло даже показаться, что новые физические открытия находятся в полном несоответствии с этим законом. Сам Менделеев к концу жизни был уверен, что его закон опирается на представление о неделимых атомах и непревращаемых элементах. Открытие электрона в качестве составной части всех вообще атомов и толкование радиоактивности как распада и превращения элементов коренным образом шло вразрез с положением, считавшимся до тех пор краеугольным камнем периодического закона.

Более того, считалось, что на каждое место в периодической системе элементов может приходиться только один элемент. Теперь же было установлено три различных радиоактивных ряда — урана (радия), тория и актиния. И выяснилось, что на последние 14 мест периодической системы приходится по меньшей мере три десятка различных химических элементов, членов названных радиоактивных рядов, причем некоторые члены разных рядов оказывались химически почти тождественными между со-

бой. Все это совершенно не укладывалось в сложившееся уже представление о периодичности элементов в химии.

Так, в течение первых 15 лет разрывалась «новейшая революция в естествознании», захватив в первую очередь физику и через нее влиявшая на химию и другие естественные науки. Уже с первых ее шагов определилось, что лидером естествознания стала на этот раз физика, точнее говоря, субатомная физика прежде всего. Этим естествознание наступившей новой исторической эпохи существенно отличалось от естествознания XIX в., когда лидером развития естествознания была группа наук и среди них прежде всего химия, физика и биология. Физика сохраняла свое лидерство до середины XX в., когда в обстановке развернувшейся научно-технической революции ей пришлось делить первое место с группой других наук.



Макс Карл Эрнст Планк
(1858—1947 гг.)

3. ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ «НОВЕЙШЕЙ РЕВОЛЮЦИИ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ». ЗАВЕРШЕНИЕ ЕЕ ПЕРВОГО ЭТАПА

В 1911 г. в физике было сделано новое великое открытие: в результате бомбардировок атомов альфа-частицами Э. Резерфорд открыл атомное ядро, несущее весь положительный заряд в атоме и почти всю массу атома. Стало ясно, что модель атома должна носить планетарный характер, шапкой миниатюрную солнечную систему: в центре атома расположено его ядро, а вокруг него, как планеты вокруг светила, с огромной скоростью вращаются электроны.

Однако возникло, казалось бы, неразрешимое затруднение: согласно законам классической электродинамики, тело, несущее электрический заряд и движущееся в заряженном поле, должно непрерывно терять энергию, так что все электроны в конце концов должны были бы упасть на центральное атомное ядро, вокруг которого они кружились до тех пор. Однако этого не происходит. Почему? Ответа долгое время не находили и решить этот парадокс не удавалось.

До 1911 г. наука знала только два «строительных кирпича», из которых созданы атомы и более сложные материальные постройки. Это электрон, открытый в 1897 г., и фотон, понятие о котором определилось в 1905 г. Но из них нельзя было получить электронейтральных образований, так

⁹ Там же, с. 298.

¹⁰ Там же.

как не хватало частицы, несущей положительный заряд. Теперь такая частица была найдена: это — протон — ядро атома водорода. Все три элементарные частицы (как их потом стали называть) — электрон, фотон и протон — образовали набор частиц, уже достаточный для того, чтобы строить, казалось бы, любые материальные образования, в частности, модель атома.

Однако оставалось еще много неясных вопросов. Среди них особенно важными были два: 1) каков по величине заряд атомного ядра и соответственно сколько электронов в оболочке нейтрального атома того или иного элемента, 2) как эти элементы располагаются внутри атомной оболочки.

В 1912 г. Ф. В. Астон обнаружил различные по массе разновидности у стабильного элемента (неона). Тем самым отмеченное выше явление существования разных масс у атомов с химически одинаковыми свойствами было констатировано не только у радиоактивных элементов, но, как общее, и у стабильных. Это настойчиво требовало своего объяснения.

В том же 1912 г. на 2-м Менделеевском съезде была высказана идея, что радиоактивность есть абсолютно постоянное и вечное свойство определенных элементов, на которое невозможно повлиять (ускорить или замедлить процесс, а тем более — вызвать его или прекратить). Поэтому предлагалось считать атомы по-прежнему вечными и неизменными по своим свойствам.

Следующий, 1913 год стал годом величайшего теоретического синтеза, объединившего прежде всего первые три великих физических открытия, которыми началась «новейшая революция в естествознании», с менделеевской периодической системой элементов. Это знаменовало теоретический синтез новой физики с высшими достижениями химии. Разрыв между ними был полностью ликвидирован. Рассмотрим три новых физических открытия, каждое из которых способствовало приведению того или иного физического открытия, сделанного в конце XIX в., в соответствие с периодической системой элементов.

Первым назвем открытие «закона Мозли», сделанное в лаборатории Э. Резерфорда его учеником Г. Мозли, который измерял длины волны характеристических рентгеновских лучей, испускаемых различными элементами, и нашел прямую связь между частотой спектральных линий этих лучей и порядковым номером данного элемента в периодической системе. Этот порядковый номер N , как показал ван ден Брук и тот же Мозли, численно равнялся положительному заряду атомного ядра z данного элемента ($N = z$), а, значит, указывал общее число электронов в оболочке нейтрального атома того же элемента.

Второе открытие «закона сдвига» сделали независимо друг от друга К. Файнс, Ф. Содди и Б. Рассел. Оно состояло в том, что радиоактивное превращение стало рассматриваться как сдвиг распадающегося элемента с занимаемого им места в периодической системе в ту или иную сторону в зависимости от характера радиоактивного излучения: при альфа-распаде, когда из ядра уходит частица, несущая два положительных заряда, происходит сдвиг налево по системе на два места (заряд ядра уменьшается на две единицы); при бета-распаде, напротив, когда из ядра уходит электрон, несущий один отрицательный заряд, происходит сдвиг направо на одно место (заряд ядра увеличивается на единицу). В итоге все радио-

активные ряды разместились в периодической системе элементов, частично налагаясь один на другой.

Третьим открытием, сделанным Ф. Содди, было объяснено попадание нескольких атомов с различными атомными массами, но с одинаковыми свойствами на одно место в периодической системе элементов. Для таких атомов Содди ввел понятие изотоп (одинаковоместный): изотопы принадлежат одному элементу (их атомные ядра имеют одинаковые заряды z), но их атомные массы различаются между собой. Другими словами, изотопы — это разновидности химических элементов.

Открытие изотопов в еще большей степени подрывало прежнюю картину мира, так как химизм элементов оказывался в зависимости уже не от массы, а от величин электрического заряда ядра.

В итоге этих открытий периодический закон Менделеева наполнился новым содержанием, впитав в себя суть великих физических открытий конца XIX в., которым он, в свою очередь, дал общее теоретическое толкование и объяснение.

На то научные достижения 1913 г. не исчерпались. В этом году Нильс Бор создал атомную модель. Отмеченную выше трудность объяснения непрерывного испускания энергии при движении электронов вокруг ядра согласно классической электродинамике Бор преодолел, отказавшись от ее законов в области внутриатомных явлений. Он привлек для объяснения теорию квантов Планка, допустив, что пока электрон движется по некоторым «дозволенным» орбитам, он никакой энергии не излучает и не поглощает, излучение же или поглощение ее происходит целыми порциями (квантованно) при перескоке электрона на более близкую к ядру орбиту (излучение) или на более отдаленную от нее (поглощение). Таким образом, теоретический синтез охватил теперь не только великие физические открытия конца XIX в. в их слиянии с периодическим законом Менделеева, но и теорию квантов Планка, новую электродинамику (в качестве учения о движении электронов внутри атома) и данные спектроскопии.

Боровская модель атома в первоначальном виде была еще весьма несовершенной. Прежде всего тогда не было точного представления о структуре электронных орбит. В 1913 г. Бор пользовался для их характеристики лишь одним квантовым переменным («главным квантовым числом»). Поэтому орбиты получались неизбежно кольцевыми, расположенными в виде концентрических окружностей, в общем центре которых находилось



Альберт Эйнштейн
(1879—1955 гг.)

атомное ядро. Между тем миниатюрная аналогия с солнечной системой требовала орбит в виде кеплеровских эллипсов, в одном из фокусов которых находилось бы ядро (центральное «светило»). Но для этого надо было квантовать движения электронов, определяемые не одним, а двумя переменными (квантовыми числами).

В 1916 г. А. Зоммерфельд, работая над боровской атомной моделью, ввел новый способ квантования электронных систем с помощью двух переменных («главного» и «побочного» квантовых чисел) и получил для движения электронов необходимые эллиптические орбиты. Благодаря уточнению модели атома Бора были объяснены некоторые спектроскопические данные. Далее Бор в духе классической механики принял массу движущегося электрона постоянной. Зоммерфельд же учел поправки, которые требовала теория относительности, и ввел в теорию Бора релятивистскую массу электрона, заметно меняющуюся в зависимости от изменения громадной скорости электрона, движущегося внутри атома. В результате этого стало ясно, что электронная орбита движется в данной плоскости вокруг фокуса, занятого ядром, т. е. она приобрела вид розетки. Теперь Зоммерфельд смог объяснить тонкую структуру не одного только спектра водорода, но и спектра рентгеновских лучей. Тем самым при построении атомной модели стали учитывать и теорию относительности Эйнштейна. Однако и это новое видоизменение теории Бора, развитое Зоммерфельдом, не давало возможности охватить все опытно наблюдаемые спектральные линии, а модели, содержащие три и более тел (например, гелия), она не в силах была точно рассчитывать. Здесь все время сохранялось противоречие теории фактам, как бы ни усложнялось классическое в своей основе представление об электронной орбите. Только квантовая механика позднее разрешила это противоречие, отказавшись в принципе от классических представлений об электроны как миниатюрном шарике и о точной орбите его движения.

В том же 1916 г. была разработана электронная теория химической валентности — ее статическая модель в двух вариантах: модель Косселя для ионной связи и модель Льюиса для ковалентной связи.

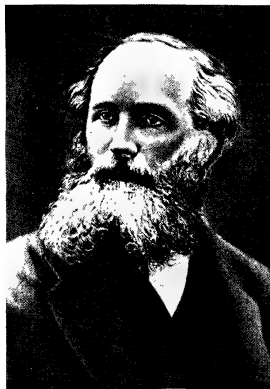
Продолжая разрабатывать свою модель атома, Бор вынужден пойти на некоторые упрощения в связи с невозможностью в рамках классических представлений преодолеть возникшие перед ним трудности. В своей фундаментальной работе «Строение атомов в связи с физическими и химическими свойствами элементов» (1924 г.) он писал, что хочет выяснить, каким образом «представления о строении атома позволяют осветить связь между различными свойствами элементов» [3, с. 76]. Далее он подчеркивал: «В этом вопросе, естественно нас интересующем, путевой нитью послужит то своеобразное изменение свойств элементов с атомным номером, которое нашло свое выражение в так называемой периодической системе элементов» [3, с. 84—85].

Еще в первых статических моделях атомов Дж. Томсон располагал электроны слоями, чтобы таким способом объяснить периодичность элементов в системе Менделеева. Бор из тех же соображений допустил, что на каждом квантованном уровне может находиться число электронов не больше их предельного для данного уровня значения. Лишь позднее Паули дал теоретическое обоснование этому пределу.

Создание Бором усовершенствованной модели атома явилось кульминационным пунктом первого этапа «новейшей революции в естествознании», который был связан, как увидим ниже, с выработкой электромагнитной картины мира. Вместе с тем данная модель, как в фокусе, собрала все трудности и противоречия, которые возникли на пути развития этой революции и обострились к концу ее первого этапа, все настойчивее требуя своего разрешения и преодоления.

Естественно, что, изучая строение атома, ученые в первую очередь сосредоточили главное внимание на его оболочке. Только примерно начиная с 30-х годов после относительного завершения изучения атомной оболочки благодаря созданию квантовой механики внимание физиков переклонилося на ядро атома с его трансмутациями. Но и до этого параллельно разработке теории атомной оболочки продолжались активные исследования в области ядерной физики. Они были направлены на поиски способов искусственного вызывания ядерных реакций, т. е. превращения элементов. Главным центром этих исследований по-прежнему оставалась лаборатория Резерфорда. Ему удалось в 1919 г., бомбардируя альфа-частицами (других ядерных «снарядов» в его распоряжении еще не было) атомы стабильного элемента (азота), вызвать его искусственное превращение в атомы другого стабильного элемента (кислорода). Это был подлинный переворот в ядерной физике. Здесь начиналась принципиально новая, исключительно важная ступень научного развития: процессы, протекавшие только в естественных условиях и не подававшиеся до тех пор никакому физическому воздействию извне, удалось вызвать по нашему желанию, искусственно. Это был первый, основной шаг к решению задачи управления ядерными процессами, который через 20 лет привел к началу практического создания ядерной энергетики.

Независимо от личных намерений физиков, в том числе и самого Резерфорда, ядерные исследования стимулировались техническими, т. е. практическими потребностями. Формула $E = mc^2$ свидетельствовала о том, что в небольшом по весу теле (в ядрах его атомов) содержится в «запертом виде» совершенно необъятное количество внутренней энергии и что поэтому нужно отыскать ключи, чтобы иметь возможность освободить эту «атомную энергию» и сделать ее используемой практически для человека.



Джеймс Клерк Максвелл
(1831—1879 гг.)



Нильс Хенрик Давид Бор
(1885—1962 гг.)

В 1920 г. Резерфорд высказал два замечательных предвидения, оправдавшиеся 12 лет спустя: 1) если допустить, что электрон, двигаясь в тесной близости от протона, практически нейтрализует свой и его заряды для всех внешних тел, то получится электронной-тральная частица с массой протона (образ будущего нейтрона); 2) если допустить, что электрон свяжет сразу в тесную систему два протона, то получится тяжелое ядро водорода с удвоенной массой, но с зарядом одного протона (образ будущего дейтрона). Оба предсказания свидетельствовали, что такого рода выводы можно было делать, не отказываясь от признания электрических свойств материи в качестве фундаментальных.

Работами Резерфорда, а главное, созданием более совершенствованной модели атома Бора, в сущности, завершается, как было сказано выше, первый этап «новой революции в естествознании», в центре которого стояло представление об электрической теории материи. С конца первой четверти XX в. начинается второй ее этап, в центре которого стоит квантово-механическая и релятивистская концепция в физике; первые его признаки были отмечены в статье В. И. Ленина «О значении воинствующего материализма» (1922 г.).

4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ КАРТИНА МИРА. СВЯЗЬ НАУКИ С ТЕХНИКОЙ И ПРОИЗВОДСТВОМ

Итак, в течение первого этапа «новой революции в естествознании» все яснее обнаруживалось, что в основе материи лежат не механические свойства, в частности связанные с механической массой, а более сложные свойства, свидетельствующие об электромагнитном характере материи, и что сама масса (например, у фотона и в значительной степени у электрона) может иметь электромагнитное происхождение. По мере того как такие представления завоевывали признание, все быстрее рушилась старая, механическая картина мира и на ее место все увереннее становилась новая, электромагнитная его картина. В выработку новой физической картины мира, синтетически связывающей все важнейшие достижения физики и других естественных наук, сделанные на рубеже XIX и XX вв. и в

первые десятилетия XX в., особенно ярко проявился творческий, конструктивный характер «новой революции в естествознании».

В книге «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленин отмечал, ссылаясь на К. Снйера, что «картина мира есть картина того, как материя движется и как «материя мыслится»¹¹. Согласно старой, механической картине мира материя двигалась в конечном счете по законам классической механики. Согласно новой, электромагнитной картине мира она двигается по законам электродинамики в сочетании с квантовыми законами. Еще в 1908 г. В. И. Ленин указывал на «ограничение механических законов движения одной только областью явлений природы и подчинение их более глубоким законам электромагнитных явлений...»¹².

В 1922 г. Нильс Бор разделил все «свойства элементов на два резко различных класса». К одному из них он отнес большинство обычных их свойств, в том числе все химические. «Эти свойства, — писал он, — зависят от движения электронной системы и типа изменений этого движения, которые вызываются различными внешними воздействиями... Движение электронной системы... определяется с большой точностью общим электрическим зарядом ядра» [4, с. 418].

Другой класс представляет, по Бору, радиоактивность, зависящую полностью от ядра. «Наши представления о строении атома, — заключал Бор, — дают, таким образом, непосредственное объяснение полного отсутствия связи между двумя классами свойств элементов» [4, с. 418]. В доказательство этого Бор ссылаясь на изотопы одного элемента: химиям у них одинаков, хотя массы их ядер различны. Значит, химизм зависит только от электрического заряда ядра, но не от его массы.

В дальнейшем, когда электромагнитная картина рухнула под влиянием новых открытий, оказалось, что химизм атома отчасти зависит и от массы ядра, а не только от его электрического заряда, и что Бор был неправ в своем резком разделении свойств элементов на два ничем якобы не связанных между собой класса. Но в начале 20-х годов XX в. вера в истинность электромагнитной картины мира была настолько еще сильна, что все явления природы, казалось бы, можно было свести в конечном счете к электромагнитным.

В пользу этого говорили прежде всего то, что три первые известные элементарные частицы (электрон, фотон и протон), из которых можно было построить все атомы и объяснить их свойства, а уж из атомов строить весь остальной мир, были электромагнитного происхождения. Они либо несли на себе электрический заряд (электрон и протон), либо представляли собой «частицы» электромагнитного поля, или света (фотоны).

Вся химия с ее учением о валентности и химических реакциях опиралась теперь на представление об электронной структуре атома (прежде всего наружной части его оболочек). В основе вещества видели электрические процессы, а вся новая физическая картина мира, казалось бы, прочно базировалась на электрической теории материи.

В. И. Ленин, отвергая механическую картину мира как явно несостоятельную и устаревшую и говоря об электромагнитной его картине, фактически предвидел возможность смены и этой последней еще какой-то

¹¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 375.

¹² Там же, с. 276.

другой. Он писал, что материализм никогда не утверждал «обязательную, механическую», а не электромагнитную, не какую-нибудь еще неизмеримо более сложную картину мира, как движущаяся материя»¹³.

Отсюда следовало, что нельзя абсолютизировать ни одну из физических картин мира.

Выработка новой картины мира является венцом каждого этапа «новейшей революции в естествознании». Собственно говоря, смена картин мира и составляет главное содержание той научной революции, которая совершается на протяжении более или менее длительного времени. Весь этот процесс может складываться из ряда более частных («местных») революций, во время которых вырабатываются отдельные элементы будущей картины мира, после чего все эти элементы суммируются, складываются воедино в отдельную систему воззрений на мир, на природу.

Кроме чисто познавательной стороны во всякой научной революции есть и практическая сторона, выражающаяся направленностью научного познания на удовлетворение в конечном счете технических и вообще производственных потребностей общества. Например, в исследованиях Резерфорда, его сотрудников и учеников можно увидеть первые предпосылки будущей научно-технической революции: наличие опережающего развития науки по сравнению с практикой, техникой, производством. Для того чтобы иметь возможность на практике использовать какие-либо новые силы или новые вещества природы, неизвестные дотоле человеку, необходимо сначала раскрыть и познать их свойства, их природу, законы, которым они подчиняются, с тем, чтобы затем, опираясь на эти научные знания, использовать их в производстве, в практике через техническое освоение добытых знаний. Поэтому, хотя сам Резерфорд и его коллеги думали только о науке, о познании неизведанной еще области физических явлений как таковых, о поиске истины ради нее самой, объективно эти физики прокладывали путь к практическому освоению «атомной энергии».

Говоря о связи науки с практикой, с производством, с народным хозяйством, следует различать две вещи: то, что наука уже сейчас, непосредственно может дать практике в виде конкретных научных открытий, научных рекомендаций, которые могут быть сразу же реализованы на деле, и то, что наука способна еще дать в будущем — скором или более отдаленном, что она пока еще только изучает, уже обнаружив скрытую новую возможную производительную силу, но еще недостаточно выявленную, проверенную в теории и в эксперименте, как это было с атомной энергией вплоть до конца 30-х годов, когда было открыто деление тяжелого ядра (урана).

Поэтому, несмотря на блестящие перспективы, раскрываемые наукой в начале XX в., да и практически в течение почти всей ее первой половины, главное внимание науки, техники и производства было обращено на возможно более полное освоение и использование электричества в качестве новейшей по тому времени и самой мощной, универсально действующей производительной силы. Отсюда высшим идеалом технико-экономического и культурного развития общества был план электрификации всей страны. Такую идею Ленин последовательно выдвигал в 1913 г. (в статье «Одна из великих побед техники»), в 1918 г. (в «Наброске плана научно-техниче-

ских работ»), позднее — в 1920 г. при разработке плана ГОЭЛРО и в других своих работах, в которых освещалась и обосновывалась идея электрификации нашей страны.

Электромагнитная картина мира, выработанная в области научной идеологии и мировоззрения на основании данных физики и всего естествознания, органически сочеталась с устремлением к наиболее полному и широкому использованию электричества в практической жизни, в промышленном производстве (динамомашин, гидроэлектростанции, электрометаллургия), в сельском хозяйстве, в транспорте (электротроллей, в связи (телефон, телеграф, а главное радио, основанное на техническом использовании электромагнитных волн), в жизни городов и в быту (электроосвещение, электроотопление), в медицине и других областях человеческой деятельности. Во всех этих областях наука об электричестве прямо и непосредственно содействовала практическому применению электричества для нужд человека. Так на деле осуществлялось в данной области положение Маркса о все более полном превращении науки в непосредственную производительную силу современного общества.

¹³ Там же, с. 296.

ИТОГИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ В КАНУН ОБЩЕГО КРИЗИСА КАПИТАЛИЗМА

В период с 70-х годов XIX в. до 1917 г. были сделаны важные научные открытия и изобретения; интенсивно развивалась крупная капиталистическая промышленность, начала распространяться система машин в разных сферах производства.

В. И. Ленин открыл закон развития техники при капитализме, согласно которому «если техника неизменяется, то дальнейшее приращение капитала является невозможным или возможным в узких пределах»¹. Действие этого закона усилилось и в определенной степени модифицировалось в рассматриваемый период в связи с тем, что в это время капитализм вступил в новую ступень своего развития, которая характеризовалась упадком и загниванием буржуазного общества.

В 70-е годы прошлого века в капиталистическом мире свободная конкуренция стала заменяться монополиями и в начале XX в. капитализм перешел в свою последнюю стадию — империализм. Этот социально-исторический процесс не мог не отразиться на развитии техники, которая, в свою очередь, влияла на него.

Империализму свойственна неравномерность развития отдельных стран. Часто многие новые технические изобретения и научные открытия быстрее применялись в тех странах, в которых новые отрасли промышленности или еще отсутствовали, или находились в зачаточном состоянии. В результате в этих странах новые отрасли промышленности создавались на значительно более высоком техническом уровне. Большое экономическое значение таких отраслей приводило к тому, что ранее остальные страны быстро обогнали промышленно развитые государства. Такую роль сыграли, например, открытия в области химии и изобретения в химической технологии в Германии в конце XIX — начале XX в. Этот процесс обострял неравномерность развития отдельных стран при империализме.

Другой технической причиной усиления неравномерности развития стран в эпоху империализма является открытие новых месторождений полезных ископаемых. Для финансового капитала имеют значение не только уже открытые, но и возможные источники сырья, так как при быстро развивающейся технике «зехли, непригодные сегодня, могут быть сделаны завтра пригодными, если будут найдены новые приемы (а для этого крупный банк может снарядить особую экспедицию инженеров, агрономов и пр.), если будут произведены большие затраты капитала. То же относится к разведкам относительно минеральных богатств, к новым способам обработки и утилизации тех или иных сырых материалов и пр. и т. п.»²

Неравномерность развития стран при капитализме и особенно в эпоху империализма относится также и к технике. Технические изобретения появляются в большем количестве то в одной, то в другой стране. Однако следует иметь в виду, что данная страна может стать развитой в техническом отношении, ее промышленность оборудуется совершенными техническими средствами и начинает выпускать первоклассные образцы машин, станков, агрегатов, приборов и т. д., не обязательно на основе изобретений, сделанных в этой стране. Техническое развитие страны и техническое творчество народа — не одно и то же. Последнее зависит от социальных и исторических условий.

История техники рассматриваемого периода свидетельствует об ее интернациональном характере. В ее развитие внесли вклад представители разных народов. В этом отношении характерны изобретения самолета, радио, телефона, кинематографа. То же самое можно сказать о решении проблемы передачи электроэнергии на большое расстояние, создании новых способов получения стали и других крупных технических достижений, которые были сделаны в период с 70-х годов XIX в. до 1917 г.

Книга, с которой ознакомился читатель, посвящена очень важному периоду развития техники. Именно в это время шло укрупнение машинно-фабричного производства, основой которого является развитая система рабочих машин, приводимая в действие уже не только паровым, но и электрическим двигателем.

К. Маркс и Ф. Энгельс отводили большую роль электрической энергии в истории общества. Еще в 1850 г., когда К. Маркс увидел первую модель поезда, приводимого в движение электрическим двигателем, он в беседе с В. Либкнехтом сказал: «паровостановление его величества парала... окончилось; на его место станет неизмеримо более революционная сила — электрическая искра». И далее: «теперь задача разрешена, и последствия этого факта не поддаются учету. Необходимым следствием экономической революции будет революция политическая, так как вторая является лишь выражением первой»³. Поэтому главным событием в истории техники этого периода является становление и первые шаги в развитии техники электроэнергетики и электропромышленности, этого «троянского коня, которого буржуазное общество в самоубийственном ослеплении, ликуя, как некогда троянцы и троянки, вводило в свой Илион и который нес ему с собой верную гибель»⁴.

Замена паровых машин электродвигателями внесла принципиальные изменения в функционирование всей системы машин. Если раньше паровой котел как установка для создания рабочего теплоносителя энергии был связан с паровой машиной, преобразующей тепловую энергию в механическую, которая передавалась при помощи передаточного механизма комбинированной рабочей машине, то теперь электромотор (который преобразует электрическую энергию в механическую) связывается с отдельно взятой рабочей машиной или их группой. Передаточный механизм распадается на ограниченные отрезки, непосредственно связанные с отдельными рабочими машинами. Развитая система машин превращается в совокупность отдельных машинных устройств, а в производстве в целом

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 7, с. 115.

² Там же, т. 27, с. 384.

³ Либкнехт В. Из воспоминаний о Марксе. М., 1958, с. 6.

⁴ Там же, с. 7.

участвует не только комбинированная рабочая машина, но и комбинированная машина-двигатель и передаточный механизм.

Образование развитой системы машин на базе электродвигателя потребовало новых методов управления машинами и средств контроля производственного процесса. Для более действенного контроля за работой машины были предложены различные приборы, изготовление которых породило приборостроение как отрасль производства. Бурное развитие приборов для производственных нужд является еще одной особенностью технического прогресса данного периода. На примере истории приборостроения наиболее полно можно проследить действие одного из важных законов развития техники: зарождение элементов будущей техники всегда происходит в недрах старой техники.

Всеобщий закон, писал К. Маркс, «состоит в том, что материальная возможность последующей формы [производства] — как технологические условия, так и соответствующая им экономическая структура предприятия — создается в рамках предшествующей формы»⁶. Чем ближе подходит человечество к новой форме, тем ее элементы получают большее развитие и возникают материальные условия для перехода к этой форме.

Действительно, до последней трети XIX в. были созданы различные приборы, которые могли позволить революционизировать производство. Однако они тогда широко не применялись, так как для этого еще не было социально-экономических условий.

При империализме возникают элементы электроники и других технических средств, которые позволяли автоматизировать производство. К этому периоду относятся открытие фотоэлектронного эффекта и создание фотоэлементов, изобретение электронных ламп и получение в 1911 г. Б. Л. Розингом простейшего телевизионного изображения. В конце XIX — начале XX в. возникли и другие элементы этой техники, например, механические вычислительные машины (суммирующая машина П. Л. Чебышева, машина для интегрирования А. Н. Крылова и др.), зародились принципы записи на пленку звуковых и других колебаний, которые затем были использованы в программирующих устройствах, «системах памяти» и других приборах, выполняющих в производстве логические функции.

В области транспортного двигателестроения была изобретена П. Д. Кузминским газовая турбина. Возникли также элементы космической науки и техники. Это проекты ракетных двигателей, работы К. Э. Циолковского: «Свободное пространство», а также «Исследование мирового пространства реактивными приборами» и другие.

Характерной социальной особенностью развитой системы машин было возникновение таких явлений, как теориялизм и формизм. К. Маркс показал, что одной из существеннейших особенностей капиталистического машинного производства с системой машин является подчинение рабочего машине в техническом отношении и превращение его в живой придаток машины. Система Тейлора, как показал В. И. Ленин, полностью подчинила рабочего машине, обеспечила получение максимальных прибылей капиталистам. Она стала «научной» системой выжимания пота из производителей.

⁶ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 47, с. 461.

Уже в капиталистическом машинном производстве конца XVIII — первой половины XIX в. «впервые возникают такие практические проблемы, которые могут быть разрешены лишь научным путем»⁶, и «проблема выполнения каждого частичного процесса и соединения различных частичных процессов разрешается посредством технического применения механики, химии и т. д.»⁷ Однако до рассматриваемого периода (в некоторых отраслях несколько раньше, а в других — позже) не были разработаны методы использования достижений естественных наук в производстве. Эти методы создаются в основном в конце XIX в. и составляют основное содержание технических наук.

Новейшая революция в естествознании, которая произошла на рубеже XIX—XX вв., стала необходимой предпосылкой развития науки и техники в XX в. Крупнейшие открытия, главным образом в физике, позволили создать новую физическую картину мира.

В. И. Ленин вскрыл сущность империализма как последней стадии капитализма, на которой создаются все объективные предпосылки осуществления социализма. В. И. Ленин показал, что империализм представляет собой «умирающий капитализм, переходный к социализму»⁸, мировая капиталистическая система в целом экономически созрела для перехода к социализму, и империализм есть «канун социальной революции пролетариата»⁹.

При империализме как экономической структуре, так и технические условия производства уже созревают для перехода к новой социально-экономической формации. Такой экономической структурой являются монополии. В. И. Ленин писал: «...смена свободной конкуренции монополистическим капитализмом; и подготовка банками, а равно союзами капиталистов, аппарата для общественного регулирования процесса производства и распределения продуктов... делает из достигнутой ныне ступени развития капитализма эру пролетарской, социалистической революции»¹⁰. Монополии усиливают общественный характер производства, национализация которого возможна после социалистической революции.

В. И. Ленин показал, что при империализме возникают и развиваются также и материально-технические условия, необходимые для строительства социализма. «Техника капитализма», — писал В. И. Ленин в 1913 г., — с каждым днем все более и более *перерастает* те общественные условия, которые ее оуждают трудящихся на наемное рабство»¹¹. Первым и наиболее важным из таких условий было использование электричества. Элементы электрификации возникают в период, который рассматривен в книге.

При империализме развивается и химическая промышленность, возникают условия химизации производства и получения искусственных материалов с заранее заданными свойствами. В конце XIX — начале XX в. были разработаны способы получения искусственного волокна — шелка, искусственного алizarина, пластических масс, решалась проблема

⁶ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 47, с. 554.

⁷ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 23, с. 391.

⁸ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 30, с. 165.

⁹ Там же, т. 27, с. 308.

¹⁰ Там же, т. 32, с. 139—140.

¹¹ Там же, т. 23, с. 95.

синтеза органических красителей, были заложены основы тяжелого органического синтеза, реакции полимеризации, которые имеют большое значение для получения искусственного каучука и других веществ.

Для империализма конца XIX — начала XX в. характерно окончание территориального раздела мира крупнейшими капиталистическими державами. «Мир впервые оказался уже поделенным», — писал В. И. Ленин, — так что дальше предстоит *лишь* передел»¹².

Это послужило причиной неслыханной гонки вооружения с конца XIX в. и в первой мировой войне.

Следствием гонки вооружений является бурное развитие всех отраслей военной техники. Появляются крупные изобретения, имеющие целью усовершенствовать средства массового уничтожения людей и материальных ценностей.

Первая мировая война дала толчок развитию самолетостроения, металлургии, ее потребности обусловили появление ряда технических изобретений. Однако односторонность развития техники, разрушения и бедствия, которые приносит война, ни в коем случае не дают основания говорить о прогрессивном значении военной техники. Мировая война 1914—1918 гг. была первой «технической войной». Война потребовала напряжения всех экономических сил, организации централизованного учета и распределения важнейших продуктов, вызвала нарушение принципа ничем не ограниченного частного предпринимательства и сделала необходимым вмешательство государства в отдельные звенья экономической жизни страны. Тем самым она способствовала перерастанию монополистического капитализма в государственно-монополистический.

«Диалектика истории именно такова», — писал В. И. Ленин, — что война, необычайно ускорив превращение монополистического капитализма в государственно-монополистический капитализм, *тем самым* необычайно приблизила человечество к социализму»¹³.

Сущностью государственно-монополистического капитализма является соединение сил капитализма и государства в один механизм.

Первая мировая война была одной из причин возникновения непосредственной революционной ситуации в России и в некоторых других странах (Венгрия, Германия). В России сложились условия для победы социалистической революции, произошел прорыв мирового империалистического фронта в наиболее слабом его звене.

В то же время в России, преимущественно в сельском хозяйстве, существовал капитализм в его первоначальных товарно-хозяйственных формах. Россия была отсталой в экономическом и социальном отношениях страной, но эта отсталость, как указывал В. И. Ленин, «своеобразно усилила пролетарскую революцию против буржуазии и крестьянской революцией против помещиков»¹⁴.

В России в 1917 г. возникла революционная ситуация. Экономическая и политическая борьба между трудом и капиталом приняла острейшие формы, разрасталось крестьянское восстание и национально-освободительное движение угнетенных нерусских народов. Как ни в какой другой стране, в России имела большая революционная сила в лице сознатель-

ного и организованного пролетариата, руководимого самой революционной, опирающейся на научную теорию, созданной В. И. Лениным партией нового типа, являющейся высшим воплощением «неразрывного единства революционной теории и революционной практики»¹⁵.

В России, писал В. И. Ленин, «классовая борьба против капитала неизбежно должна принять форму политического господства пролетариата и полупролетариев»¹⁶.

Октябрьская революция была результатом кризиса мировой капиталистической системы, и в частности кризиса русского капитализма. Война обострила все противоречия капитализма и вывела их наружу. Она обрушила на народные массы беды и лишения и тем способствовала росту их революционной сознательности. Перед Россией же она поставила вопрос: «либо гибель, либо революция против капиталистов»¹⁷. «...Война», — указывал В. И. Ленин, — за три года подтащила нас вперед лет на тридцать»¹⁸. Война способствовала развитию русского капитализма и прогрессирующему нарастанию всех его противоречий. Она расшатала устой капитализма. Война вызвала в России дезорганизацию хозяйственной жизни раньше и в большей степени, чем в других странах. Тяготы войны для трудящихся масс были здесь особенно нетерпимыми.

Великая Октябрьская социалистическая революция в России коренным образом изменила социально-политические условия, положила начало переходу от капитализма к социализму.

С этого времени техника стала развиваться и использоваться по-иному: при капитализме она служила получению максимальных прибылей и усилению эксплуатации трудящихся, а при социализме ее целью стало все более полное удовлетворение постоянно растущих материальных и культурных потребностей трудящихся.

¹² Там же, т. 27, с. 374.

¹³ Там же, т. 34, с. 193.

¹⁴ Там же, т. 38, с. 306.

¹⁵ Брежнев Л. И. Ленинским курсом. М., 1973, т. 2, с. 554.

¹⁶ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 32, с. 28.

¹⁷ Там же, с. 31.

¹⁸ Там же, т. 34, с. 113.

К главе I

1. Зворыкин А. А., Осьюкова Н. И., Чернышев В. И., Шухардин С. В. История техники. М.: Соцгиз, 1962. 772 с.
2. Кудрявцев П. С., Конфедератов И. Я. История физики и техники. М.: Ученгиз, 1960. 507 с.
3. Кроссер П. Дилектина военной техники и ее последствия. М.: Прогресс, 1975. 324 с.
4. Шухардин С. В., Пароможенко А. А. Техника. — В кн.: БСЭ. 3-е изд., 1976, т. 25, с. 522—525.
5. Шухардин С. В. История науки и техники. М.: МГИИ, 1976. Ч. 2. 168 с.
6. Кирпичев В. Л. Машиностроение в России. СПб., 1884. 31 с.
7. Аггенташ Л. А., Чихачев С. А. Очерки по истории станкостроения СССР. М.: Машист, 1957. 527 с.
8. Голаев Ф. Станки. М.: Гостехиздат. Т. 1. 1926. 136 с.; 1927. Т. 2. 128 с.
9. Дашлевский В. В. Очерки истории техники XVIII—XIX веков. М.: Л.: Соцгиз, 1934. 356 с.
10. Гавриленко А. П. Механическая технология металлов. М.: Гостехиздат, 1925. 552 с.
11. Хоме Е. Быстрорежущая сталь и быстробрабатывающие стали. — Зап. Рус. техн. о-ва, 1910, № 1, с. 28—63.
12. Тейлор Ф. Искусство резать металлы. СПб., 1909. 357 с.
13. Тиме И. А. Основы машиностроения. СПб., Т. 1. Вып. 1, 1883. 458 с.; Т. 1. Вып. 2, 1884. 488 с.; Т. 2, 1885. 484 с.
14. Тейлор Ф. Научные основы организации промышленных предприятий. СПб., 1912. 119 с.
15. Бельский Л. Д., Конфедератов И. Я., Шнейберг Я. А. История техники. М.: Л.: Госэнергоиздат, 1956. 491 с.
16. Бельский Л. Д., Веселовский О. Н., Конфедератов И. Я., Шнейберг Я. А. История энергетической техники. М.: Л.: Госэнергоиздат, 1960. 664 с.
17. Уварова Л. И. Развитие средств передачи механической энергии: (До-электрический период). М.: Изд-во АН СССР, 1960. 195 с.
18. Гатцур А. Д. Курс механической технологии. СПб., 1900. 439 с.
19. Миланов Ю. К. Развитие текстильных машин. М.: Гостехиздат, 1929. 242 с.
20. Цейтлин Е. А. Очерки истории текстильной техники. М.: Л.: Гостехиздат, 1940. 462 с.
21. Техника в ее историческом развитии (от появления ручных орудий труда до становления техники машиностроительного производства). М.: Наука, 1979. 412 с.
22. Форд Г. Сегодня и завтра. М.: Л.: Врем. 1927. 216 с.
23. Рабчинский И. В. Принципы Форда. М.: Гостехиздат, 1925. 24 с.
24. Боголюбов А. Н. Теория механизмов и машин в историческом развитии ее идей. М.: Наука, 1976. 466 с.
25. Мандрыка А. П. Взаимосвязь механики и техники. Л.: Наука, 1975. 323 с.
26. Уварова Л. И. Научный прогресс и разработка технических средств. М.: Наука, 1973. 273 с.
27. Пароможенко А. А., Владимиров О. А. и др. Машиноведение. Технология производства машин. — В кн.: БСЭ. 3-е изд., 1977, т. 24, кн. 2, с. 353—359.
28. Кирпичев В. Л. Вышнеградский как профессор и ученый. СПб., 1895. 20 с.
29. Жуковский Н. Е. Аналитическая механика, теория регуляторов, прикладная механика. М.: Оборонгиз, 1939. 478 с.
30. Сидоров А. И. Очерки по истории техники. М.: Гостехиздат. Вып. 1, 1925. 62 с.; Вып. 2, 1928. 63 с.

К главе II

1. Кудрявцев П. С., История физики. М.: Ученгиз, 1956. Т. 2. 487 с.
2. Конфедератов И. Я. Теплотехника. — В кн.: БСЭ. 2-е изд., 1956, т. 42, с. 282—286.
3. Бельский Л. Д., Веселовский О. Н., Конфедератов И. Я., Шнейберг Я. А. История энергетической техники. М.: Л.: Госэнергоиздат, 1960. 664 с.

4. Уварова Л. И. Развитие средств передачи механической энергии: (До-электрический период). М.: Изд-во АН СССР, 1960. 195 с.
5. Конфедератов И. Я. История теплоэнергетики. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1954. 316 с.
6. Фарадей М. О некоторых новых электромагнитных движениях и о теории магнетизма. — В кн.: Электродвигатель в его историческом развитии: Док. и материалы/Под ред. акад. В. Ф. Миткевича. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1936. с. 1—34. — Б.
7. Ленц Э. Х. Об определении направления гальванических токов, возбуждаемых электродинамической индукцией. — Избр. труды. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950, с. 147—157.
8. Лессава Г. К. Альфон Ледли, 1800—1895. Л.: Наука, 1972. 88 с.
9. Гусев С. А. Очерки по истории развития электрических машин. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1955. 216 с.
10. Новая электромагнитная машина, изобретенная аббатом Сальватором дель Негро. — В кн.: Электродвигатель в его историческом развитии: Док. и материалы/Под ред. акад. В. Ф. Миткевича. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1936. с. 117—131.
11. Якоби Б. С. О применении электромагнетизма для приведения в движение машин. — Там же, с. 148—180.
12. Бокарова М. Г. Электрохимические работы Б. С. Якоби. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1959. 232 с.
13. Soudard R. Histoire de la machine. Lausanne, 1964.
14. Dunsen G. A history of electrical engineering. L., 1962.
15. Якоби Б. С. О магнито-электрических машинах. — В кн.: Динамомашина в ее историческом развитии: Док. и материалы/Под ред. акад. В. Ф. Миткевича. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1934. с. 112—126.
16. Бельский Л. Д., Веселовский О. Н., Шнейберг Я. А. Развитие электротехники до конца XIX в. — В кн.: История энергетической техники СССР. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1957, т. 2, с. 17—68.
17. Петров В. В. Известия о гальванических опытах, которые производил профессор физики Василий Петров посредством огромной металлической батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков и входившей при Санкт-Петербургской медико-хирургической академии. СПб., 1803. 194 с.
18. Зворыкин А. А., Осьюкова Н. И., Чернышев В. И., Шухардин С. В. История техники. М.: Соцгиз, 1962. 772 с.
19. Шнейберг Я. А. Михаил Матвеевич Боресков (1829—1898). М.; Л.: Госэнергоиздат, 1951. 147 с.
20. Hospitalier E. Les principes applications de l'electricite. P., 1884.
21. Исаев А. П. Электрические лампы и их изготовление. Пг.: Науч. хм.-техн. изд-во, 1923. 388 с.
22. Fontaine N. Die electrische Beleuchtung. Wien, 1880.
23. Бельский Л. Д. Павел Николаевич Яблочков. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1950. 380 с.
24. Давыдова Л. Г. Электротехника и электроэнергетика. — В кн.: Очерки истории техники в России (1861—1917). М.: Наука, 1973, с. 213—293.
25. Лачинев Д. А. Электрохимическая работа и элементарная теория электрических двигателей (динамоэлектрических машин). — Электричество, 1880, № 1, с. 1.
26. Делре М. О коэффициенте полезного действия электрических двигателей и об измерении количества энергии в электрической цепи. — В кн.: Электродвигатель в его историческом развитии: Док. и материалы/Под ред. акад. В. Ф. Миткевича. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1936. с. 608—610.
27. Кузнецов Б. Г. История энергетической техники. М.: Л.: ОНТИ. Гл. ред. энерг. деп., 1937. 312 с.
28. Веселовский О. Н. Михаил Осипович Доливо-Добровольский. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1958. 272 с.
29. Arnold G. Bilder ans der Geschichte der Kraftmaschinen. München, 1968.
30. Бельский Л. Д. Томас Альва Эдисон. М.: Наука, 1964. 327 с.
31. Чихачев В. И. Цифференциальные лампы Л. Н. Чиколава. — Электричество, 1880, № 3, с. 52.
32. Применение электродвигателей к действию машин для тиснения материй. — Там же, 1894, № 15, с. 220.
33. Wille A. Die Elektrizität, ihre Erzeugung und ihre Anwendung in Industrie und Gewerbe. Leipzig, 1893. 640 S.
34. Гусев С. А. Первая промышленная установка трехфазного тока в России. — Труды по истории техники, 1953, вып. 6, с. 74.
35. Бельский Л. Д. Чарльз Протеус Штейнмет. М.: Наука, 1965. 223 с.
36. Доливо-Добровольский М. О. Современное развитие техники трехфазного тока. — В кн.: Труды I Всерос. элект-

- ротехн. съезда. СПб., 1901, т. 2, с. 1—30.
37. Давыдова Л. Г. Использование электрической энергии в промышленности России. М.: Наука, 1966. 196 с.
 38. Moissan H. Le four électrique. P., 1897.
 39. Немушала А. В., Радзиский Л. Д., Сеенгацкий А. Д. Промышленные электротехнические установки. — В кн.: История энергетической техники СССР. М.: Л.: Госэнергоиздат, 1957, с. 460—494.
 40. Сивилас А. В. Электрические печи. М. и др.: ОНТИ. Гл. ред. лит. по цв. металлургии, 1934. 739 с.
- К главе III
1. Беляжко Л. Д., Веселовский О. Н., Конфедератов Н. Я., Шнейберг Я. А. История энергетической техники. М.: Л.: Госэнергоиздат, 1960. 664 с.
 2. Netlammer F. Moderne Gesichtspunkte für den Entwurf elektrischer Maschinen und Apparate. München; Berlin, 1903.
 3. Шнейберг Г. И. Сравнение электрического одноименного и электрического грунтового привода с механической трансмиссией на заводах с точки зрения их экономичности. — В кн.: Труды I Всерос. электротехн. съезда. СПб., 1901, т. 3, с. 181—205.
 4. Meyer G. Maschinen und Apparate der Starkstromtechnik. Leipzig, 1912.
 5. Давыдова Л. Г. Использование электрической энергии в промышленности России. М.: Наука, 1966. 196 с.
 6. Давыдова Л. Г. Из истории электрификации силовых процессов в промышленности СССР. — Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР, 1962, т. 44. История энергетики, электротехники и связи, с. 116—160.
 7. Беккер К. Тугоплавкие соединения и их использование в технике. М.: Л.: ОНТИ. Гл. ред. лит. по цв. металлургии, 1936. 246 с.
 8. Чарновский Н. Ф. Организация промышленных предприятий по обработке металлов. М.: Моск. науч. изд-во, 1919. 428 с.
 9. Schwaiger A. Geschichte des Drehstroms. — Techn. Gesch., 1939, Bd. 28.
 10. Кривожановский Г. М., Стеклов В. Ю. Электрификация. — В кн.: БСЭ. 2-е изд., 1957, т. 48, с. 444.
 11. Персваа Г. К. Никола Тесла. Л.: Наука, 1974. 212 с.
 12. Осадчик Н. П. Исторический очерк развития передачи электрической энергии на расстояние. М.; Л.: Энергия, 1964. 96 с.
 13. Вульф А. Электроснабжение Петрограда. — Электричество, 1922, № 1, с. 4.
 14. Соколова А., Моисеев-Великая Е. Обзор современных высоковольтных передач. — Там же, 1912, № 20, с. 600—607.
 15. Каменский М. Д. Передача электрической энергии и ее использование в Швеции и Норвегии. — Там же, № 3, с. 89.
 16. Блякнорн Г. Развитие электрификации в Великобритании. — В кн.: Экономическая и социальная роль электрификации. М.: Госплан СССР, 1927, с. 26—39.
 17. Dunstheath P. A history of electrical power engineering. Cambridge, 1969.
 18. Клаассон Р. Электрическая передача силы трехфазными токами на Охтинском пороховом заводе близ С.-Петербурга. — Электричество, 1895, № 19, с. 257.
 19. Vogelsand M., Springer E. Y. Die geschichtliche Entwicklung der Hochspannungsschalttechnik. B., 1931.
 20. Смуров А. А. Электротехника высокого напряжения и передача энергии. М.; Л.: Гостехиздат, 1931. Т. 1. Электрическое поле и передача энергии. 768 с.
 21. Thyru R. Kraftübertragung auf große Entfernung durch hochgespannten Gleichstrom. — Elektr. techn. Zeitschr., 1930, H. 4, S. 414.
 22. Смуров А. А. Электротехника высокого напряжения и передача энергии. М.; Л.: Гостехиздат, 1935. Т. 2. Электрические измерения, изоляционные материалы, кабели и трансформаторы. 536 с.
 23. Трамбицкий А. В. Успехи в постройке высоковольтных трансформаторов большой мощности. — Изв. Ленингр. гос. электротехн. треста, 1924, № 3, с. 54—58.
 24. Гусев С. А. Очерки по истории развития выключателей переменного тока. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1958. 287 с.
 25. Давыдова Л. Г. Средства защиты от электрических перенапряжений: История электрической очерк. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 94 с.
 26. Веселовский О. Н. Михаил Осипович Донино-Добролюбовский. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1959. 272 с.
 27. Развитие электротехники в СССР/ Под ред. А. Т. Иосифьяна. М.: ЦИНТИ, 1962. 388 с.

28. Воймаровский П. Д. Теория электрического кабеля. СПб., 1912. 300 с.
29. Bau A. K. Das elektrische Kabel. B., 1903.
30. Минкевич В. Явление тихого разряда в высоковольтных воздушных линиях передачи. — Электричество, 1910, № 7, с. 185—200.
31. Benisché G. Die Schutzvorrichtungen der Starkstromtechnik gegen atmosphärischen Entladungen. Braunschweig, 1911.
32. Garrard Ch. C. Der elektrotechnische Blitzableiter. — Elektrotechn. Zeitschr., 1907, H. 26.
33. Веников В. А., Грудинский П. Г., Давыдова Л. Ф. и др. Электроснабжение в России до Великой Октябрьской социалистической революции. — В кн.: История энергетической техники СССР. М.: Л.: Госэнергоиздат, 1957, т. 2, с. 103—113.
34. Histoire des sources d'énergie. P., 1966.
35. Конфедератов Н. Я. Теплоэнергетика и теплоспользование. — В кн.: Очерки истории техники в России (1861—1917). М.: Наука, 1973, с. 213—247.
36. Arnold G. Bilder ans der Geschichte der Kraftmaschinen. München, 1968.
37. Кузнецов Б. Г. История энергетической техники. М.; Л.: ОНТИ. Гл. ред. электр. лит., 1937. 312 с.
38. Неструк Ф. Я. Гидроэлектростроительство и гидротурбины. — В кн.: Очерки истории техники в России (1861—1917). М.: Наука, 1973, с. 196—242.
39. Müller W. Die Francis — Turbin und die Entwicklung des modernen Turbinenbaues. Hannover, 1901.
40. Ковалев Н. Н., Квятковский В. С. Гидротурбостроение в СССР. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1957. 152 с.
41. Кудрявцев П. С., Конфедератов Н. Я. История физики и техники. М.: Учпедгиз, 1960. 507 с.

К главе IV

1. Лисицкий С. М. Энергетические ресурсы и нефтегазовая промышленность мира. М.: Недра, 1974. 406 с.
2. Описание Донецкого бассейна. Екатеринослав, 1914. Т. 1. Вып. 1. 530 с.
3. Ржега Ф. Основы устройства бурных машин. — Журн. М-ва путей сообщения. СПб., 1887, № 3, с. 39—52.
4. Горное дело: Энцикл. справочник. М.: Углетехиздат, 1958. т. 4, с. 9—11.
5. Де Жениа А. Механическая добыча каменного угля в Соединенных штатах. — Горн. журн., 1901, т. 4, № 11, с. 143—163.
6. Скопинский А. А. Современные угольные рудники Америки и Великобритания и проблема механизации производства на рудниках Доббаса. Л.: Донугот, 1925. 191 с.
7. McCann J. The development of the coalcutter. — Mining Electr. Eng., 1940, vol. 20, N 253, p. 288—291.
8. Pfennig A. Coal-cutting machine. — Colliery Guard., 1930, vol. 140, N 3605, p. 422—426.
9. Немчинов В. П. Ранний период развития врубовых машин. — В кн.: Вопросы истории естествознания и техники. М.: Изд-во АН СССР, 1960, вып. 9, с. 143—149.
10. Чинакина А. К вопросу о применении врубовых машин в Донском бассейне. — Учен. инженер., 1917, № 1, с. 10—15; № 2/3, с. 30—42; № 4, с. 87—94; № 5, с. 103—109.
11. Описание Донецкого бассейна. Екатеринбург, 1915. Т. 2. Вып. 2, 529 с.
12. Раткина А. П. Новые материалы из истории горнопроходческих машин. — В кн.: Вопросы истории естествознания и техники. М.: Изд-во АН СССР, 1963, вып. 15, с. 128—132.
13. Арангельский А. С. Проходческие комбайны. М.: Углетехиздат, 1956. 176 с.
14. Арангельский А. С. Планетарный проходческий комбайн. М.: Углетехиздат, 1950. 63 с.
15. Дюпре Л. Американский горный комбайн «Думек-500». М.: Углетехиздат, 1956. 22 с.
16. Mining Congress Journal, 1949, vol. 35, N 1, p. 32—34.
17. Добров Г. М. История советских угольных проходческих комбайнов. М.: Углетехиздат, 1958. 289 с.
18. Землепроход. — Энцикл. словарь Гранат. 7-е изд., 1914, т. 21, с. 184—185.
19. Янукевич Г. Г. Комбайны в каменноугольной промышленности. Харьков: Киев: ОНТИ Украины, 1935. 247 с.
20. Велецкий И. Я. Угольные комбайны. М.: Госторгиздат, 1933. 104 с.
21. Coal Age, May 13, 1926, vol. 29, N 19, p. 667—670.
22. Тиме И. А. Справочная книга для горных инженеров и техников по горной части. 2-е изд. СПб., 1899. Т. 1. Горнозаводская механика. 726 с.
23. Шугаров С. В. Иозеф Грабак — основоположник чехословацкой горнозаводской механики. — Изв. АН СССР. ОТН, 1953, № 2, с. 239—312.
24. Томсон Э. Угледобычные устройства

- для большой глубины. Харьков, 1902. 84 с.
25. Еланчик Г. М. Рудничные подземные уставки. М.: Л.: ГОНТИ, 1941. 647 с.
 26. Швардин С. В. Развитие рудничного водотлива (до начала XX века). — Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР, 1959, т. 23, с. 84—160.
 27. Тиме И. А. Курс гидравлики. СПб., 1891. Т. 2. Гидравлические двигатели. 388 с.
 28. Зауер Р. О вращающейся водостигной машине с катарактом системы Клея. — Горн. журн., 1882, т. 2, № 6, с. 301—308.
 29. Герасимов А. Водотлив на руднике Н. С. Кошкина в Грушевке (в Области Войска Донского). — Там же, 1894, т. 3, № 7, с. 1—6.
 30. Лапшинский А. А. Электрические насосы. — Там же, 1914, т. 4, № 10, с. 1—32.
 31. История технического развития угольной промышленности Донбасса. Киев: Наук. думка, 1969. Т. 1. 654 с.
 32. Швардин С. В. Иосиф Грабак и его вклад в горную науку и технику: Материалы Симпозиума по истории горного дела в Приднестровье (ЧССР). Приднестровье, 1971. 22 с.
 33. Чомаков П., Лазарев Г. Вклад чехословацких горных специалистов в развитие горного дела в Болгарии. — В кн.: Сборник докладов Первого Международного симпозиума по истории горного дела в Юго-Восточной Европе. Варна, 1975, т. 1, с. 283—293.
 34. Фаук А. Руководство к бурению скважин и новейшие успехи в буровой технике/Пер. с нем. А. Булгакова. СПб.: М., 1887. 146 с.
 35. Тиме И. А. О некоторых горнозаводских машинах. СПб., 1875. 159 с.
 36. Тиме И. А. Справочная книга для горных инженеров в техниках по горной части. СПб., 1879. Т. 1. Горнозаводская механика. 471 с.
 37. Протопопов М. М. Давление горных пород на рудничную крепь. Екатеринбург, 1907. 101 с.
 38. Протопопов М. М. Материалы для Урючинского Исследования горных работ. М.: ЦК горнорабочих, 1926. Ч. 1. Горные работы. 274 с.; Ч. 2. Крепление. Проходка выработок. 188 с.
 39. Протопопов М. М. Давление горных пород и рудничное крепление. М. и др.: Госгориздат, 1933. Ч. 1.
 40. Давление горных пород. 128 с.; Ч. 2. Рудничное крепление. 222 с.
 41. Бокий Б. И. Выбор систем работ при разработке свиты пластов. Вскрытие месторождений. — Горн. журн., 1903, т. 2, № 5, с. 169—209; № 6, с. 281—323.
 42. Бокий Б. И. Выбор систем работ при разработке свиты пластов: Подготовительные работы. Ремонт штреков. — Там же, 1904, т. 1, № 2, с. 145—179; № 3, с. 275—318.
 43. Бокий Б. И. Практический курс горного искусства. СПб., 1912. 595 с.
 44. Бокий Б. И. Практический курс горного искусства. 3-е изд. Л.: Т. 1. 1924. 392 с.; Т. 2. 1925. 685 с.; Т. 3. 1926. 564 с.
 45. Бокий Б. И. Аналитический курс горного искусства. Л.: Вып. 1, 1926. 192 с.; Вып. 2. 1929. 206 с.
 46. Бокий Б. М. Постоянные величины при проектировании рудников. — Ход-во Добывае, 1925, № 1, с. 28—45.
 47. Войскас С. Г. Механическое обогащение ископаемых горючих ископаемых путем. — Горн. журн., 1884, т. 2, № 4, с. 65—90.
 48. Дорошенко Г. Я. Механическое обогащение каменного угля. — Там же, 1876, т. 1, № 1, с. 1—44.
 49. Дорошенко Г. Я. Справочная книга для горных инженеров и техников по горной части. СПб., 1880. Т. 2. Горное искусство. 528 с.
 50. Громека И. С. О скорости распространения волнообразного движения жидкостей в углубленных трубах. — Собр. протоколов заседаний Секции физ.-мат. наук О-на естествоиспытателей при Казан. ун-те, 1883, т. 1, с. 1—19.
 51. Громека И. С. О вихревых движениях жидкости на сфере. — Там же, 1885, т. 3, с. 202—236.
 52. Громека И. С. Некоторые случаи равновесия совершенного газа. — Там же, 1887, т. 5, с. 66—82.
 53. Громека И. С. О движении жидких капель. — Там же, т. 5, с. 8—47.
 54. Громека И. С. О влиянии неравномерного распределения температуры на распространение звука. — Мат. сб., 1889, т. 14, вып. 2, с. 283—302.
 55. Терпигорев А. М. Разбор систем разработок каменного угля, примененных на рудниках Юга России, в связи с подготовкой месторождения к очистной добыче. Харьков, 1905. 512 с.
 56. Терпигорев А. М. Описание Донецко-го бассейна. Т. 2. Вып. 1. Екатеринбург, 1914. 449 с.; Т. 2. Вып. 2. Екатеринбург, 1915. 533 с.; Т. 6. Вып. 1. Екатеринбург, 1918. 416 с.; Т. 6. Вып. 2. 1922. Харьков, 124 с.
 57. Скопчинский А. А. Краткий обзор современного состояния вентиляции и искусственного орошения подземных работ на каменноугольных рудниках Востфалии. Харьков, 1902. 39 с.
 58. Скопчинский А. А. Краткий очерк состояния и технической части каменноугольных рудников Донецкого бассейна в 1900 г. СПб., 1903. 113 с.
 59. Скопчинский А. А. Рудничный воздух и основной закон движения его по выработкам. СПб., 1904. 203 с.
 60. Скопчинский А. А. Первые в России испытания предохранительных взрывчатых веществ. — Горн. журн., 1910, т. 4, № 10, с. 95—121.
 61. Тиме И. А. Практический курс паровых машин. СПб., 1886. Т. 1. Паровые котлы. 372 с.
 62. Тиме И. А. Практический курс паровых машин. СПб., 1887. Т. 2. Паровые машины. 404 с.
 63. Федоров М. М. Теория и расчет гармонического рудничного подвеса. Екатеринбург, 1914. 80 с.
 64. Федоров М. М. Краткий исторический обзор развития динамической теории рудничных подъемных машин. Избр. труды. Киев: Изд-во АН УССР, 1957, т. 1, с. 21—29.
 65. Герман А. П. Горная механика. Л.: М.: ГОНТИ, 1935. Ч. 1. 320 с.; 1934. Ч. 2. 172 с.
 66. Федоров М. М. Теория гиперболического рудничного подвеса. — Избр. труды. Киев: Изд-во АН УССР, 1957, т. 1, с. 131—179.
 67. Губкин И. М. Учение о нефти. М.: Наука, 1975. 384 с.
 68. Менделеев Д. И. Нефть. — Энцикл. словарь Брокгауза и Ефрона, 1897, т. 20, с. 938—951.
 69. Вильямс Л. В. Весселов О. Н., Кондратович Н. Я., Шейберг Я. А. История энергетической техники. М.: Л.: Госэнергоиздат, 1960. 664 с.
 70. Брейтман Д. Е. Справочник по роторному бурению. 6-е изд. М.: Недра, 1964. 583 с.
 71. Глушко И. Н. Краткая история буровых скважин. — Урал. техник, 1922, № 8, с. 5—16.
 72. Глушко И. Н. Эксплуатация буровых скважин. 2-е изд. М.: Н.-П.: Совет нефт. пром-сти, 1923. 295 с.
 73. Лисичкин С. М. Выдающиеся деятели отечественной нефтяной науки и техники. М.: Недра, 1967. 284 с.
 74. Лисичкин С. М. Нефтепроизводство, составленное по новейшим данным К. Д. Лисичкина, профессором Горного института и председателем 1-го отдела Рус. техн. о-ва. СПб., 1878. 281 с.
 75. The petroleum region of America — Harper's New Month. Mag. N. Y. 1865, vol. 30, p. 573.
 76. Дашеван А. Из истории развития нефтепромышленной техники добычи нефти. — В кн.: Летопись науки. Азербайджане (Техника). Баку: Элм, 1969, т. 2, с. 114—128.
 77. Лисичкин С. М. Очерки по истории развития отечественной нефтяной промышленности. М.: Л.: Госгостехиздат, 1954. 404 с.

К главе V

1. Красавцев Н. И. Перспективы развития доменного производства. М.: Металлургия, 1958. 558 с.
2. Красавцев Н. И., Сыроватский И. А. Очерки по металлургии чугуна. М.: Металлургия, 1947. 492 с.
3. Чекичев Е. В., Арсеньев П. П., Яковлев В. В., Рыжиков Д. И. Общая металлургия: (Металлургия черных и цветных металлов). М.: Металлургия, 1971. 480 с.
4. Покровский Ю. М. Очерки по истории металлургии. М.: Л.: ОНТИ, Гл. ред. общетехн. лит. и полигр. фии, 1936. Ч. 1. 198 с.
5. Дашевский В. В. Очерки истории техники XVIII—XIX вв. М.: Л.: Союзтехиз, 1934. 354 с.
6. Покровский Ю. М. С. Д. Томас и значение томасовского процесса для металлургии. — В кн.: Вопросы истории естествознания и техники. М.: Изд-во АН СССР, 1960, вып. 10, с. 141—144.
7. Чернов Д. К. Материалы для изучения бесемерования. — В кн.: Д. К. Чернов и наука о металлургии. М.: Металлургия, 1956. с. 123—163.
8. Очерки истории техники в России (1861—1917). М.: Наука, 1973. 404 с.
9. Карягунов М. М. Рудный мартовский процесс братьев Горняковых. Труды по истории техники, 1954, вып. 4, с. 102—108.
10. Лебедев Е. А. Производство стал. М.: Л.: ОНТИ, Гл. ред. лит. по металлургии, 1935. Ч. 1. 255 с.
11. Целиков А. С., Смирнов В. В. Из истории развития отечественной пр.

- катного машиностроения. — Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР, 1959, т. 21, с. 3—43.
12. Пеликов А. И. Прокатные станки. М.: Металлургиздат, 1946. 560 с.
 13. Брейтерман А. Д. Медная промышленность России и мировой рынок. Пг.: КЕПС, 1922. Ч. 1. 433 с.
 14. Ламан Н. К. Развитие техники волочения металлов. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 235 с.
 15. Чижиков Д. М. Металлургия тяжелых цветных металлов. М.: Изд-во АН СССР, 1948. 1057 с.
 16. Беляев А. И. История алюминия. — Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР, 1959, т. 20, с. 3—452.
 17. Шагов Г. А. Металлургия: Общий курс. М.: Л.: Госметаллургиздат, 1941. 484 с.
 18. Григорьев К. П. Электрометаллургия железа. Пг.: Госиздат, 1922. Ч. 1. Электрические печи. 200 с.
 19. Егоров А. В., Моржач А. Ф. Электрические печи для производства сталей. М.: Металлургия, 1975. 351 с.
 20. Тюркель Е. История развития диаграмм окислителя — углерода. М.: Машиностроение, 1968. 280 с.
 21. Федоров А. С. Развитие интенсификации процессов черной металлургии кислородом. — В кн.: Вопросы истории естествознания и техники. М.: Изд-во АН СССР, 1960, вып. 10, с. 131—136.
- К главе VI**
1. Менделеев Д. И. Периодический закон. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 830 с.
 2. Кедров Е. М., Трифонов Д. Н. Закон периодичности и химические элементы: Открытия и хронология. М.: Наука, 1969. 192 с.
 3. Некрасов Б. В. Основы общей химии. 3-е изд. М.: Химия, 1973. Т. 1. 2. 688 с.
 4. Силин В. И. Современное состояние периодического закона Д. И. Менделеева. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 24 с.
 5. Аррениус Св. Химия и современная жизнь. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1924. 252 с.
 6. Соловьев Ю. И., Физуровский Н. А. Святые Аррениус (1859—1927). М.: Изд-во АН СССР, 1959. 179 с.
 7. Редькин Н. И., Соловьев Ю. И. Вильгельм Оствальд, 1853—1932. М.: Наука, 1969. 375 с.
 8. Ostwald W. Lehrbuch der allgemeinen Chemie. 2. Aufl. Leipzig. Bd. 1. 1910; Bd. 2. 1911.
 9. Мусабек Ю. С. Марселен Бертелло, 1827—1907. М.: Наука, 1965. 231 с.
 10. Старосельский П. П., Соловьев Ю. И. Николай Александрович Меншуткин, 1842—1907. М.: Наука, 1969. 294 с.
 11. Блоз М. А. Жизнь и творчество Вальтера Гоффа. Пг.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1923. 186 с.
 12. Uan't Hoff J. H. Etudes de dynamique chimique. Amsterdam, 1884.
 13. Кузнецов В. И. Развитие учения о катализе. М.: Наука, 1964. 423 с.
 14. Лукьянов П. М. Производство серной кислоты методом контактного окисления. М.: Гостехиздат, 1922. 502 с.
 15. Цетинершвер М. Г. Очерки по истории химии. Одесса, 1912. 348 с.
 16. Еремин Е. Н. Основы химической термодинамики. М.: Высш. школа, 1974. 341 с.
 17. Nerust W. Experimental and theoretical application of thermodynamics to chemistry. L., 1907.
 18. Moissan H. Le fluor et ses composés. P., 1900. 396 p.
 19. Hommage a Henri Moissan. P., 1932.
 20. Беккер К. Тугоплавкие соединения и их использование в технике. М.: Л.: Гл. ред. лит. по цв. металлургии, 1936. 246 с.
 21. Мерсон Г. А. Тугоплавкие и твердые соединения и их значение в технике. — В кн.: Новые материалы в технике и науке. М.: Наука, 1966, с. 77—85.
 22. Арбузов А. Е., А. М. Бутлеров — великий русский химик: К 100-летию теории химического строения. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 44 с.
 23. Биков Г. В. Александр Михайлович Бутлеров. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 218 с.
 24. Столетие теории химического строения. Сб. статей А. М. Бутлерова, А. Кекуле, А. С. Купера, В. В. Марковникова. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 147 с.
 25. Гессен Ю. Ю. Очерки истории производства соды. Л.: М.: Гос. науч.-техн. изд-во хим. лит. 1951. 224 с.
 26. Блоз М. А. Развитие и значение химической промышленности. Пг.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1920. Ч. 1. 250 с.
 27. Федотьев П. П. Содовое дело и связанные с ним производства: Производство сульфата, соляной кислоты,

- соды и бейтальной извест. СПб., 1898. 334 с.
28. Никитинский Я. Я. Монография содового производства. М., 1879. 263 с.
 29. Ост Г. Учебник химической технологии. М., 1908. 618 с.
 30. Федотьев П. П. Аммиачно-содовый процесс с точки зрения учения о фазах. — Изв. С.-Пб. политех. ин-та, 1904, т. 1, вып. 3/4, с. 284—334.
 31. Очерки истории техники в России, 1861—1917. М.: Наука, 1975. 393 с.
 32. Менделеев Д. И. О современном развитии некоторых химических производств: Обзор Парижской Всемирной выставки. СПб., 1868. 179 с.
 33. Колова И. Д. Содовое производство. Одесса, 1918. 49 с.
 34. Федотьев П. П. Сборник исследовательских работ. Л.: Химтеориздат, 1936. 273 с.
 35. Неселов В. В. К истории возникновения аммиачно-содового производства в России. — Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР, 1955, т. 6, с. 347—366.
 36. Лукьянов П. М. Краткая история химической промышленности СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 464 с.
 37. Вальдрович С. И., Егоров А. П., Эпштейн Д. А. Общая химическая технология. М.: Гос. науч.-техн. изд-во хим. лит., 1952. Т. 1. 632 с.
 38. Лукьянов П. М. К истории фиксации атмосферного азота в России. — Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР, 1960, т. 30, с. 307—332.
 39. Коловадов Д. П. Материалы и процессы химической технологии. Л.: Госиздат, 1924. Т. 1. Ч. 2. 104 с.
 40. Жаворонков Н. М. Азот и его значение в природе и народном хозяйстве. — Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева, 1978, т. 20, № 1, с. 38—44.
 41. Менделеев Д. И. Сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1949. Т. 13. 850 с.
 42. Саломоников А. В. Азотная кислота и селитра из воздуха. СПб., 1911. 62 с.
 43. Шарен В. В. Химическая промышленность. М.: Т-во «Мир», 1924. 68 с.
 44. Mitach A. Gesch. chie d' Ammoniak und synthese. We. n. h. m., 1951.
 45. Фокин Л. Г. Обзор химической промышленности в России. Пг.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1920. Ч. 1. 427 с.
 46. Габер Ф. Получение аммиака из азота и водорода. — В кн.: Габер Ф. Пять речей по химии. М.: Воениздат, 1924, с. 17—44.
 47. Bosch. Stickstoff in Wirtschaft und Technik. — Naturwissenschaft, 1920, N 8, s. 867—869.
 48. Платнев В. Н. Материалы к производству аммиака из элементов. — В кн.: Труды Комиссии по связанному азоту. Пг.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1920, вып. 5, с. 3—9.
 49. Kuhlmann F. Abhandlung über die Salpeter — bildung: Neue Erzeugung von Salpetersäure und Ammoniak. — Ann. Pharmac., 1839, N 29, S. 272—291.
 50. Митташ А., Тейс Р. От Дави и Деберейера до Дикона: Пятьдесят лет в области гетерогенного катализа. Харьков: ОНТИ, 1934. 231 с.
 51. Mittasch A. Salpetersäure aus Ammoniak. Weinheim, 1953.
 52. Ostwald W., Brauer E. — Chem. Zeitung, 1903, N 27, S. 100, 357.
 53. Колова А. К. Контактное производство азотной кислоты: История постройки и эксплуатации первого русского азотного завода. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1923. 60 с.
 54. Платнев В. Н. Химический комитет при ГАУ и его деятельность для развития отечественной химической промышленности. Пг.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1921. Ч. 1. 79 с.
 55. Караев М. М., Минисов М. А., Чернышев А. К. Развитие производства азотной кислоты. — Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева, 1978, т. 20, № 1, с. 38—44.
 56. Гессен Ю. Ю. 150 лет содовой промышленности (1791—1941). — Журн. хим. пром-сти, 1941, № 13, с. 36—39.
 57. Лукьянов П. М. 75 лет способа Велюда получения хлора из соляной кислоты. — Журн. хим. пром-сти, 1941, № 21, с. 30—34.
 58. Федотьев П. П. Современное состояние химической и электрохимической промышленности на континенте Европы. СПб., 1907. 229 с.
 59. Сасс-Тисовский Б. Хлор. — Техн. энцикл., 1934, т. 25, с. 514—523.
 60. Электрохимия и хлор. Труды 1-й Всесоюз. конференции по электрохимии и хлору, 1931 г. Л.: Госхимтехиздат, 1932. 264 с.
 61. Thénard P. P. E. Le chimiste Thénard. Dijon, 1950.
 62. Лорди Н. А. Соляная кислота и сульфат натрия. Пер. с англ. Л.: Госхимтехиздат, 1934. 120 с.
 63. Физуровский Н. А. История химии. М.: Просвещение, 1979. 341 с.

64. Будников П. П. Химическая технология минеральных веществ. Иваново-Вознесенск: Основа, 1927. 185 с.
65. Паскаль П. Синтез и катализ в основной химической промышленности. Производство серной кислоты, соляной кислоты и хлора: Пер. с фр. М.: ГОНТИ. Гл. ред. хим. лит., 1938. 239 с.
66. Сас-Тисевский Б. А. Производство хлора. Л.: Госхимтехиздат, 1933. 480 с.
67. Разоан В. Нефть и нефтяная промышленность. СПб., 1884. 561 с.
68. Серещенко С. Р. Роль русских ученых и инженеров в развитии химии и технологии нефти. М.: Л.: Гостехиздат, 1949. 140 с.
69. Лисичкин С. М. Выдающиеся деятели отечественной нефтяной науки и техники. М.: Недра, 1967. 284 с.
70. 30 лет деятельности Товарищества нефтяного производства братьев Нобель, 1879—1909. СПб. [1914]. 332 с.
71. Зеоржик А. А., Осмолов Н. И., Чернышев В. И., Шугардин С. В. История техники. М.: Соцгиз, 1962. 77 с.
72. Лавин Л. М. Химическая технология органических веществ. Пг.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1920. ч. 1. 216 с.
73. Блох М. А. Краткие очерки по истории химических открытий. Харьков: Гос. науч.-техн. изд-во, 1933. 68 с.
74. Кукин А. А. К. Марке и проблемы техники. М.: Наука, 1968. 112 с.
75. Роскин Е. С. Химические волокна. М.: Л.: Химия, 1966. 135 с.
76. Фестер Г. История химической техники. Харьков: Гостехиздат, 1938. 303 с.
77. Коточ М. М. Полимерные материалы в технике, промышленности и строительстве. — В кн.: Новые материалы в технике и науке. М.: Наука, 1966, с. 170—187. И
78. Быков Г. В. История органической химии. Открытие важнейших органических соединений. М.: Наука, 1978. 376 с.
79. Максимова А. М. Развитие проблемы синтеза каучукогенных. В кн.: Главы из истории органической химии. Под ред. Г. В. Быкова. М.: Наука: 1975, с. 122—192.
80. Каминский В. О. Очерк развития авиационно-космической промышленности. М.: Л.: ОНТИ Госхимтехиздат, 1934. 190 с.
81. К главе VII
1. Кинд В. А., Ожороков С. Д. Строительные материалы. М.: Гостройиздат, 1934. 637 с.
2. Менделеев Д. И. Основы химии. СПб., 1895. 780 с.
3. Костиков Л. М. История создания железобетона. — В кн.: Материалы по истории строительной техники. М.: Стройиздат, 1962, вып. 2, с. 67—119.
4. Cent ans de béton armé. P., 1950.
5. Абрамзон П. М. Железобетон, его история и применения. — Изв. Донского политех. ин-та, 1926, т. 10, с. 1—47.
6. Рубиницкий С. И. Опыт применения железобетона в фортификации. СПб., 1908. 161 с.
7. Милонов Ю. К. Архитектурное творчество и строительная техника. — В кн.: Архитектура и строительная техника. М.: Гостройиздат, 1960. 255 с.
8. Милонов Ю. К. История строительной техники. М.: Постоянная комиссия по истории техники при ВКТО ЦИК СССР, 1937. Вып. 6. 83 с. Литография.
9. Тимошенко С. П. История науки о сопротивлении материалов. М.: Гостехиздат, 1957. 536 с.
10. Худяков П. К. Исследования инженера Шухова в области изгибаемых балок. — Вестн. инженеров, 1919, № 1/3, с. 3—4.
11. Бельский Д. Л., Конфедератов И. Я., Шнейдер Я. А. История техники. М.: Л.: Госгизпериздат, 1956. 491 с.
12. Промышленность и техника. СПб., 1902. Т. 3. 644 с.
13. Давыдов С. С. Курс железобетона. М.: Гостройиздат, 1933. Ч. 1. 440 с.
14. Очерки истории строительной техники России XIX — начала XX века. М.: Гостройиздат, 1964. 374 с.
15. Ловейт А. Ф. К вопросу теории расчета безальбомного перекрытия. — Труды Рус. о-ва испытания материалов, 1906, т. 3, с. 105.
16. Бердичевский Г. И., Далаалхун М. С. Предварительно напряженный железобетон. М.: Стройиздат, 1967. 76 с.
17. Столаров Я. В. Введение в теорию железобетона. М.: Л.: Гостройиздат, 1941. 447 с.
18. Гильберт Ф. Система кладки кирпича. 2-е изд. М.: Техника управления, 1930. 239 с.
19. Eiffel G. La tour de trois cents mètres. P., 1900.
20. Барановский Г. В. Здания и сооружения Всероссийской художественно-промышленной выставки 1896 года в Нижнем Новгороде. СПб., 1897. 146 с.
21. Худяков П. К. Новые типы металлических и деревянных покрытий для зданий по системе Шухова. — Техн. сб. и вестн. пром.-сти, 1896, № 5, с. 169—172.
22. Отто Ф. Высшие покрытия, их формы и конструкции. М.: Гостройиздат, 1960. 179 с.
23. Шухов В. Г. Избранные труды. М.: Наука, 1977. 192 с.
24. Hangars à dirigeables en ciment armé en construction à l'aéroport de Villeneuve — Orly. — Genie civ., Paris, 1923, vol. 83, N 12/14, p. 265—319.
25. Александров И. П. Строительный контроль качества бетона. Л.: НИИ градостр. и инж. сооружений, 1931. 55 с.
26. Кристов П. Железобетон и его применение. М., 1903. 808 с.
27. Нерви П. Л. Строить правильно: Пути развития железобетонных конструкций. М.: Гостройиздат, 1956. 164 с.
28. Нестеров В. В. Зарождение крупнопанельного и крупноблочного строительства. — В кн.: Материалы по истории строительной техники. М.: Гостройиздат, 1962, вып. 2, с. 27—66.
- К главе VIII
1. Георгиевский П. И. Развитие путей сообщения в XIX в. — Сб. Ин-та путей сообщения, 1893, вып. 24, с. 95.
2. Зеоржик А. А., Осмолов Н. И., Чернышев В. И., Шугардин С. В. История техники. М.: Соцгиз, 1962. 77 с.
3. Рашев В. К. О развитии в России горной промышленности и механизации искусства посредством устройства железной дороги в центре уральской горной промышленности и при помощи тарифных учреждений. СПб., 1861. 40 с.
4. Сибирь и Великая Сибирская железная дорога. 2-е изд. СПб.: М-во финансов, 1896. 283 с.
5. Напорок А. Г. Очерки развития железнодорожного транспорта СССР. М.: Гос. трансп. ж.-д. изд-во, 1954. 287 с.
6. Очерки истории техники в России (1861—1917): Транспорт. Авиация. Связь. Строительство. Химическая технология. Текстильная техника. Сельское хозяйство. М.: Наука, 1975. 391 с.
7. Соловьева А. М. Железнодорожный транспорт России во второй половине XIX в. М.: Наука, 1975. 315 с.
8. Зензинов Н. А., Рыжак С. А. Выдающиеся инженеры и ученые железнодорожного транспорта. М.: Транспорт, 1978. 327 с.
9. Вергольский В. М. Исторический очерк развития железных дорог в России с их основания по 1897 г. включительно. СПб., 1898. Т. 1. 591 с.
10. Исторический очерк разных отраслей железнодорожного дела и развития финансово-экономической стороны железных дорог в России по 1897 г. включительно. — В кн.: Исторический очерк развития железных дорог в России с их основания по 1897 г. включительно/Под ред. В. М. Верховского. СПб., 1901, т. 2, с. 1—20.
11. Bowen H. G., Kettering C. F. A short History of Technology. West Orange. N. Y., 1954.
12. Виршупский В. С. Джордж Стефенсон, 1781—1848. М.: Наука, 1964. 214 с.
13. Шотландер Л. История паровоза за 100 лет (1803—1903). СПб., 1905. 415 с.
14. Виршупский В. С. История техники железнодорожного транспорта. М.: Трансжелдориздат, 1938. Вып. 1. 216 с.
15. Гаранкин В. П. Автоматическая вагонная сцепка системы Гаранкина. Описание приборов: действие их, преимуществ сравнительно с другими, выгоды от их применения Тифлис, 1915. 20 с.
16. Изменен Г. Общее основание проекта применения реактивной работы паров в железнодорожных паровозах. Киев 1886. 27 с.
17. Рожонский Б. Н. Трамвай — русское изобретение. М.: М-во коммунального хоз-ва РСФСР, 1952. 84 с.
18. Исеев А. С. Электричество и транспорт. М.: Моск. рабочий, 1961. 101 с.
19. Бернцки Л. Н. Электрические железные дороги. М.: Л.: Гостиздат, 1928. 339 с.
- 19a. Hunt F. J. G. The History of the Electric Locomotive. L., 1969.
20. Акимов П. Электронезод системы инженера Махонина. — Изв. Электрогостета, 1920, № 4, с. 3—5.
21. Электровозы. — В кн.: БСЭ. 1-е изд. 1933, т. 63, с. 618—619.
22. Очерки развития техники в СССР Энергетическая, атомная, транспортная и авиационная техника. Космическая техника. М.: Наука, 1969. 470 с.
23. Костиков Л. М., Яковлев Е. А.

- П. Д. Куаминский — ученый, инженер, повар. — Изв. АН СССР. ОТН, 1952, № 2, с. 225—247.
24. A. History of Technology. Oxford, 1956, Vol. 5, 888 p.
 25. Лобач-Жушко В. М. Судовые двигатели внутреннего сгорания. СПб., 1913. Ч. 1, 2, 682 с.
 26. Макаров С. О. О непотопляемости судов. — Мор. сб., 1875, № 6, с. 10—12.
 27. Крылов А. Н. Собрание трудов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951, т. 11. Качка корабля. 470 с.
 28. Люди русской науки: Техника. М.: Наука, 1965. 783 с.
 29. Макаров С. О. «Ермак» на льдах. СПб., 1901. Ч. 1, 2. 507 с.
 30. Стефанович А. Н. Лекции. М.: Мор. транспорт, 1958. 99 с.
 31. Вышнепольский С. А. Мировые морские пути и судоходство. М.: Гос. изд-во геогр. лит., 1953. 456 с.
 32. Дементьев И. А. Суэцкий канал. М.: Гос. изд-во геогр. лит., 1954. 71 с.
 33. Венин В. М. Панама и Панамский канал. М.: Гос. изд-во геогр. лит., 1951. 72 с.
 34. Grubb H. Birth of a giant. Philadelphia, 1970.
 35. Лаверс Н. С. Генри Форд и его производство. Л.: Время, 1926. 134 с.
 36. History of American industrial science. N. Y., 1956.
 37. Сто лет железных дорог, 1825—1925 гг. М.: Правление Среднеазиат. ж. д., 1925, 56 с.
 38. Промышленность и техника. СПб.: Просвещение, 1909. Т. 9. 847 с.
 39. Динрикс Ф. Д. Крушение инженерных сооружений. М.: Госстройиздат, 1953. 188 с.
 40. Тимошенко С. П. История науки о сопротивлении материалов. М.: Госстройиздат, 1957. 536 с.
 41. Шусев П. В. Мосты и их архитектура. М.: Госстройиздат, 1953. 360 с.
 42. Милонов Ю. К. История строительной техники или ВК ВТО ЦНИИ СМР, 1937. Вып. 6. 83 с. Литография.
 43. Васильев И. Г. Металлические конструкции. — В кн.: Обзор истории строительной техники России XIX — начала XX века. М.: Стройиздат, 1964, с. 194—219.
 44. Чекалов А. А. Евгений Оскарвич Патон. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 182 с.
 45. Патон Е. Что знают о русских мостах за границей. — Инженер, 1908, № 11, с. 350—358.
 46. Рыжович. Под землей и под водой (туннели и подземные дороги). М.; Л.: ГИЗ, 1930. 102 с.
 47. Голл С. Завоевания техники: Великие сооружения нашего времени: Пер. с англ. Г. А. Санда. М.; Л.: ГИЗ, 1926. 224 с.
 48. Кирпичев Н. А. Постройка Сестротарского тоннеля. СПб., 1883. 38 с.
 49. Шотландер Я. Симпсонский туннель. Киев, 1907. 15 с.
 50. Дандуров М. И. Тоннели. М.: Гос. трансп. ж.-д. изд-во, 1952. 623 с.

К главе IX

1. Леонардо да Винчи. Избранные естественнонаучные произведения. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 1027 с.
2. Witzelmann G. Geschichte der Luftfahrt (von Ikarus bis zu Gegenwart). В., 1965. 442 С.
3. У истоков классической науки. М.: Наука, 1968. 351 с.
4. Шаверс В. Б. Вертолет М. В. Ломоносова. — Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР, 1962. Т. 45. История машиностроения, с. 115—119.
5. Gibbs-Smith C. H., Aviation: An historical survey from its origins to the end of World War II. L., 1970. 346 p.
6. Дугл П. Паровой двигатель в авиации (Опыт ист.-тех. исслед.). М.; Л.: Оборонгиз, 1939. 315 с.
7. Вейделли К. Е. Очерки по истории летного дела. М.: Оборонгиз, 1940. 458 с.
8. History of aviation/Ed. T. W. Taylor, K. Munson. L., 1975. 514 p.
9. Проблемы создания и развития самолета как летательного аппарата и инженерного сооружения. Харьков: ХАН, 1974. Ч. 1. 40 с.
10. Соколовский В. Н. Краткий очерк развития ракетной техники (до конца второй мировой войны). — Из истории авиации и космонавтики, 1976, вып. 26, с. 113—144.
11. Carreras R. F. Gomez Arias rocket vehicle project (1872). — In: 22nd Cong. of the IAF, 6th History of Astronautics Symp., Bruxelles, 1971.
12. Пионеры ракетной техники: Кабаньич, Циолковский, Цандер, Кордатов. М.: Наука, 1964. 671 с.
13. Штуба И. Я. Некоторые новые сведения о Ф. Р. Гешвенде. — Из истории авиации и космонавтики, 1974, вып. 24, с. 137—146.
14. А. Ф. Можайский — создатель первого самолета. Сб. док. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 175 с.

15. 150 лет со дня рождения А. Ф. Можайского (1825 г.). — Из истории авиации и космонавтики, 1975, вып. 27, с. 28—35.
16. Выхованчиков В. Ф. Пути развития летательных аппаратов. М.: Оборонгиз, 1962. 131 с.
17. Josephy A. L'aviation et son histoire. Paris; Bruxelles: Sequoia, 1964.
18. Boughton T. The history of the British light aeroplane. L., 1963.
19. Lilienthal O. Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst. В., 1889.
20. Зенкевич М. Братия Райт. М.: Журнал, общед., 1933. 197 с.
21. Шаверс В. В. История конструкций самолетов в СССР до 1938 г. М.: Машиностроение, 1969. 606 с.
22. Попов В. А. Основы авиационной техники. М.: Оборонгиз, 1947. 624 с.
23. Die Luftschiffahrt. Stuttgart, 1909.
24. Циолковский К. Э. Аэростат металлический управляемый. М., 1892. 83 с.
25. Материалы к истории воздухоплавания и авиации в СССР. М.: Оборонгиз, 1956. 950 с.
26. История механики: С конца XVIII века до середины XX века. М.: Наука, 1972. 414 с.
27. Меркулов Н. М. Развитие экспериментальных исследований крыльев самолетов: Дис. ... канд. физ.-мат. наук. М.: Ин-т истории естествознания и техники АН СССР, 1962. 266 с.
28. Cayley G. On aerial navigation. — J. Natur. Phil., 1809, vol. 24, p. 164—174.
29. Рыжович М. Первые опыты над подковой силой винта, вращаемого в воздухе. — Мор. сб., 1871, № 6, с. 1—44.
30. Дзессевский С. К. Определение элементов гребных винтов. — Мор. сб., 1892, № 9, с. 15—30.
31. Дзессевский С. К. Теория воздушных винтов с способ их вычисления. Киев, 1910. 62 с.
32. Менделеев Д. П. О сопротивлении жидкостей в дождь воздухоплавания. СПб., 1880. Вып. 1. 80 с.
33. Pénard A. Aeroplane — aéroplane. — Aeronaute, 1872, p. 2—9.
34. Pénard A. Lois de glissement dans l'air. — Aeronaute, 1873, p. 4—18.
35. Циолковский К. Э. Аэростат, или Типологическая (авиационная) летательная машина. Сб. соч. М.: Изд-во АН СССР, 1951, т. 1, с. 40—73.
36. Циолковский К. Э. Давление жидкости на равномерно движущуюся в
37. Циолковский К. Э. Давление воздуха на поверхности, введенные в искусственный воздушный поток. — Там же, с. 80—120.
38. Циолковский К. Э. Сопротивление воздуха и воздухоплавания. — Там же, с. 208—230.
39. Жуковский Н. Е. О присоединенных вихрях. М., 1906. 21 с.; см. также: Полн. собр. соч., т. 5, с. 48—69.
40. Чаплыгин С. А. О давлении плоского параллельного потока на прерывающую тело; (К теории аэроплана). М., 1910. 49 с.; см. также: Собр. соч., т. 11, 1948, с. 184—229.
41. Kutta W. Ueber eine mit den Grundlagen des Flugproblems in Beziehung stehende zweidimensionale Strömung. — Sitzungsber. Königl. Bayer. Akad. Wiss., math.-phys. Kl., 1910. H. 2. S. 1—58.
42. Blasius H. Funktionentheoretische Methoden in der Hydrodynamik. — Ztschr. Math. und Phys., 1909, Bd. 58, H. 1/2, S. 90—100.
43. Lanchester F. W. Aerodynamics. L., 1907.
44. Prandtl L. Tragflügeltheorie. — Nachr. Königl. Ges. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl., 1918, H. 3, S. 451—477; 1919, H. 1, S. 107—137.
45. Prandtl L. Über Flüssigkeitsbewegung bei sehr kleiner Reibung. — In: Verh. des 111 Intern. Math.-Kongr. in Heidelberg, 1904. Leipzig, 1905, S. 484—491.
46. Жуковский Н. Е. Вихревая теория летного винта. — Труды Отдела физ. наук О-ва любителей естествознания, 1912, т. 16, вып. 1, с. 1—31; 1914, т. 17, вып. 1, с. 1—33; 1915, т. 17, вып. 2, с. 1—23.
47. Жуковский Н. Е. Динамика аэроплана в элементарном положении. — Труды Отдела физ. наук О-ва любителей естествознания, 1913, т. 16, вып. 2, с. 33—50; 1916, т. 18, вып. 1, с. 49—67.
48. Жуковский Н. Е. Бомбометания с аэропланов. М., 1916. 13 с.
49. Reynolds O. An experimental investigation of the circumstances which determine whether the motion of water shall be direct or sinuous, and of the law of resistance in parallel channels. — Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1883, vol. 174, pt 3, p. 935—982.
50. Воскресенский К. Д. К доказательству обратной теоремы подобия. — В кн.: Теория подобия и моделирова-

- ние. М.: Изд-во АН СССР, 1951, с. 27—48.
51. Eiffel G. La résistance de l'air: Examen des formules et des expériences. P., 1910.
 52. Eiffel G. La résistance de l'air: Expériences effectuées au laboratoire du Champ-de Mars. P., 1911.
 53. Eiffel G. Nouvelles recherches sur la résistance de l'air et l'aviation. P., 1914. [V.] 1/2. 406 p.
 54. Чаплыгин С. А. О газовых струях. М., 1902. 121 с.; см. также: Собр. соч. М.: Гостехиздат, 1948, т. 2, с. 19—137.

К главе X

1. Maxwell J. K. A treatise on electricity and magnetism. Oxford, 1881, vol. 1, p. 3.
2. Гаррисон Г. Г. Буквопечатные телеграфные аппараты и механизмы. М.: Транспечать НКПС, 1926. 416 с.
3. Саломский З. Я. Описание способа передачи двух различных депеш и в то же самое время приема двух других депеш одному и тому же проводнику. СПб., 1859. 37 с.
4. Вельский Л. Д. Томас Альва Эдисон. М.: Изд-во АН СССР, 1964. 327 с.
5. Labord E. Vibration transmisses et reproduites à distance par l'électricité.— C. r. seances Acad., 1860, vol. 50.
6. Poppe A. Telephrasie oder Fernsprechkunst von C. H. Wolke. Frankfurt a. M., 1848, S. 42.
7. Hennig R. Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telefonie. Leipzig, 1908.
8. Remershausen E. Behutzung der Eisenbahnen aus Telephonie. Dinglers Polytechn. J., 1846, Bd. 99.
9. Moncel du Th. Le telephone, le microphone et phonographie. P., 1878.
10. Вочарова М. Д. Электротехнические работы Б. С. Якоби. М.: Госэнергиздат, 1959. 232 с.
11. Page C. G. The production of galvanic music.— Silliman's J., 1837, vol. 32, p. 396; vol. 33, p. 148.
12. Якоби Б. С. Об электротелеграфии.— Почт.-телегр. журн., 1901, № 1, с. 1—6.
13. Rice de la. Treatise on electricity.— Phil. Mag., 1846, vol. 35.
14. Моисель Д. Т. Электрическая телеграфия в теории и практике/Сочинение графа Дю-Моисель Т.: Пер. с фр. СПб., 1806. 300 с.
15. Petrina F. Wissenschaftliche Bedeu-

- tung der von Telegraphendirector Dr. W. Gintl.—Abt. König. bohm. Ges. Wiss., 1847, Bd. 9.
16. Моисель Д. Т. Телефон, микрофон, фонограф/Сост. Дю-Моисель. Пер. со 2-го фр. изд. СПб., 1880. 324 с.
 17. Reis F. Über Telephonie durch galvanischen Strom. Frankfurt a. M., 1861.
 18. Thompson S. Philipp Reis: inventor of the telephone: A biographical sketch. L., 1883.
 19. Гельмгольц Г. О физиологических основаниях музыкального слуха.— В кн.: Гельмгольц Г. Популярныя научные статьи Г. Гельмгольца. СПб., 1866, с. 67—114.
 20. Prescott G. B. The speaking telephone. N. Y., 1879.
 21. Чехов А. П. Проба микрофона П. М. Голубицкого.— Новое время, 1888, № 4357, 27 апр.
 22. Хвасон О. Д. Третья С.-Петербургская электротехническая выставка. СПб., 1886. 45 с.
 23. Яроцкий А. В. Павел Михайлович Голубицкий. М.: Наука, 1976. 120 с.
 24. Яроцкий А. В. Техника электротехники в России (1861—1917). М.: Наука, 1975, с. 164—177.
 25. Мосцицкий К. А. Самодельный центральный коммутатор.— Электричество, 1887, № 12, с. 27—28.
 26. Smith A. B., Alenderoff F. Automatische Fernsprechsysteme. Lieferung, 1910.
 27. Роизинский В. Н. Развитие русских изобретателей в области автоматической коммуникации.— Электровизант, 1976, № 3, с. 55—60.
 28. Роизинский В. Н. Михаил Филиппович Фрейденберг — изобретатель АТС.— Изв. АН СССР. ОТН, 1950, № 8, с. 74—80.
 29. Хвасон О. Д. Опыты Герца и их значение.— Электричество, 1890, № 15 (Ред. примеч.), с. 1.
 30. Крукс В. Некоторые возможности применения электричества.— В кн.: Из предистории радио. М.: Изд-во АН СССР, 1948, с. 416—420.
 31. Телл Н. О колебательных явлениях при высокой частоте.— Там же, с. 421—430.
 32. Браниш Э. Изменение проводимости под различными электрическими воздействиями.— Там же, с. 350—355.
 33. Браниш Э. О проводимости несплошных проводящих веществ.— Там же, с. 356—389.

34. Лодж О. Творение Герца.— Там же, с. 424—443.
35. Изобретение радио. А. С. Попов: Док. и материалы. М.: Наука, 1966. 384 с.
36. Попов А. С. Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний.— Журн. Рус. физ.-хим. о-ва, часть физ., 1896, № 1, с. 1—14.
37. Протокол 151(201)-го заседания Физического отделения Русского физико-химического общества 25 апреля (7 мая) 1895 г.— Журн. Рус. физ.-хим. о-ва, часть физ., 1895, № 2, с. 259.
38. Крошадатский вестник, 1896, № 7, 17(29) янв.
39. Там же, № 8, 19(31) янв.
40. Коттин, 1896, № 15, 19(31) янв.
41. Морской сборник, 1897, № 3, с. 1—2.
42. Записки Русского технического общества, 1897, т. 34, № 8/9, с. 21.
43. Скобелевич В. В. Прибор А. С. Попова для регистрирования электрических колебаний.— Почт.-телегр. журн., 1896, т. 4, с. 547—549.
44. Preese W. Signalling through space without wires.— Electrician, 1897, vol. 39, p. 216—218.
45. Бренке П. В. Начало радиотехники в России. М.: Сов. радио, 1970. 256 с.
46. Рыбкин П. И. Работы А. С. Попова по телеграфированию без проводов: Очерк десятилетия деятельности. СПб., 1908. 59 с.
47. Родионов В. М. История радиопередающих устройств. М.: Наука, 1969. 214 с.
48. Косиков К. М. Развитие знаний в области распространения и применения радиоволн.— В кн.: Очерки истории радиотехники. М.: Изд-во АН СССР, 1960, с. 301—306.
49. Сотин Б. С. Развитие техники радиопреим.— Там же, с. 393.
50. Fleming J. A. The thermionic valve and its development in radio, telegraphy and telephony. 2nd ed. L.; N. Y.: Wireless Press, 1924. 438 p.
4. Трейлоб Э. Печатные машины.— В кн.: БСЭ. 1-е изд., 1940, т. 45, 303—309.
5. Максимов А. Периодические печат.— Энцикл. словарь Гранат. 7-е изд., т. 31, с. 567—586.
6. Мажуев П. Книга и книжное дело.— Энцикл. словарь Гранат, 7-е изд., т. 24, с. 308. Приложение, с. 1—16.
7. Шер В. В. История профессионального движения рабочих печатного дела в Москве. М., 1911. 112 с.
8. Костряевский С. Ф. Полиграфическая промышленность.— В кн.: БСЭ. 1-е изд., 1940, т. 46, с. 33—35.
9. Вахтияров А. А. История книги на Руси. СПб., 1890. 354 с.
10. Меженко Ю. А. Русская техническая периодика. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 298 с.
11. Вельский Л. Д. Томас Альва Эдисон. М.: Наука, 1964. 327 с.
12. Соколов И. В. История изобретения кинематографа. М.: Искусство, 1960. 198 с.
13. Калашников Л. А. Очерк развития техники механической записи звука.— Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР, 1959, т. 26, с. 175—246.
14. Michaly D. V. Der sprechende Film. B., 1928.
15. Berliner E. The gramophone etching the human voice.— J. Franklin Inst., Philadelphia, 1888, vol. 125, p. 6—12.
16. Berliner E. The development of the talking machine.— J. Franklin Inst., Philadelphia, 1913, vol. 176, p. 2—10.
17. Прошедшее, настоящее и будущее граммофона.— В кн.: Эхо искусства. М., 1908. 496 с.

К главе XII

1. Ф. Энгельс о диалектике естествознания/Посл. Б. М. Недрова/. М.: Наука, 1973. 576 с.
2. Александров А. И. Ядерная физика и развитие атомной техники в СССР. В кн.: Октябрь и научный прогресс. М.: Изд-во АПН, 1967, т. 1, с. 177—216.
3. Лебедев П. Н. Собрание сочинений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 435 с.
4. Майкельсон А. А. Световые волны и их применения. М.: Л.: ГТТИ, 1934. 143 с.
5. Столетов А. Г. Собрание сочинений. М.: Гостехиздат, 1939. Т. 1. 464 с.
6. Борзяк П. Г. Начальный период ис-

К главе XI

1. Щелкуров М. И. История, техника, искусство книгопечатания. М.: Л.: Госиздат, 1926. 480 с.
2. Боглаев Л. П., Немировский Е. Л. Полиграфическое машиностроение.— В кн.: БСЭ. 3-е изд., 1975, т. 20, с. 186—197.
3. Семенов С. С., Костряевский С. Ф. Полиграфическая промышленность.— В кн.: БСЭ. 2-е изд., 1955, т. 33, с. 532—534.

- тории внешнего фотоэффекта и значение работ Столетова.— Успехи физ. наук, 1956, т. 58, № 4, с. 715–747.
7. Иоффе А. Ф. Элементарный фотоэлектрический эффект: Магнитное поле катодных лучей. СПб., 1913. 65 с.
 8. Лукирский П. И. О фотоэффекте. Л.: М.: ГТТИ, 1933. 96 с.
 9. Millikan R. A. Das Electron: Seine Isolierung und Messung. Braunschweig: Vieweg, 1922.
 10. Roentgen W. K. Über eine neue Art von Strahlen.— Sitzungsber. Phys.-med. Ges. Würzburg, 1895, S. 132–141.
 11. Сухов Б. П. К истории электроизмерительных приборов магнитоэлектрической системы.— В кн.: Вопросы истории естествознания и техники. М.: Изд-во АН СССР, 1957, вып. 5, с. 124–136.
 12. Усовершенствование гальванометра Д'Арсонваля.— Электричество, 1894, № 15/16, с. 210–212.
 13. Dufay M. La lumiere électrique. P., 1881. Т. 4.
 14. Денре М. О гальванометре, показания которого пропорциональны силе тока.— Электричество, 1884, № 24, с. 197–201.
 15. Fröhlich O. Die Entwicklung der elektrischen Messungen. Braunschweig: Vieweg, 1905. 192 S.
 16. Proceedings of the Physical Society of London, 1890, vol. 10.
 17. Сухов Б. П. Развитие электроизмерительных приборов выпрямительной системы.— В кн.: Вопросы истории естествознания и техники. М.: Наука, 1972, вып. 1(38), с. 52–56.
 18. Graetz L. Ein elektrochemisches Verfahren im Wechselströme zu verwandeln.— Ann. Phys. und Chem., 1897, Bd. 62, S. 323–331.
 19. Менделеев Д. И. Труды по метрологии. Л.: М.: Стандартиз, 1936. 474 с.
 20. Петрушевский Ф. Ф. Измерения и измерительные приборы.— Энцикл. словарь Брокгауза и Ефрона. 1894, т. 24, с. 858–860.
 21. Шаевич И. Б. Метрология и аналитическая химия.— Измер. техника, 1969, № 9, с. 65–66.
 22. Кедоров В. М. Роль измеримых свойств элементов в открытии и разработке периодического закона Д. И. Менделеева.— Измер. техника, 1969, № 9, с. 3–8.
 23. Соколовская З. К. Повышение точности измерений — один из ведущих факторов развития науки и техники.— В кн.: Проблемы деятельности учебного и научных коллективов. Л.: ИИЕНТ, 1973, с. 121–127.
 24. Соловьев В. И. Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологии имени Д. И. Менделеева. Л.: Энергия, 1967. 236 с.
 25. Гаерлиенко А. П. Механическая технология металлов. М., 1911. Ч. 4. 619 с.
 26. Скиндер А. И. Витворт.— Энцикл. словарь Брокгауза и Ефрона, 1892, т. 12, с. 550–557.
 27. Геодезия: Справ. руководство. М.: Изд-во Наркомхоз РСФСР, 1939, т. 7. Инструментоведение. 300 с.
 28. Северин В. М. О предметах учений Технологии.— Продолжение техн. журн., 1822, т. 7, ч. 1, с. 1–11.
 29. Визуэноу М. И. Развитие отечественного приборостроения. М.: Машиз, 1950. 41 с.
 30. Volkmann H. Carl Zeiss und Ernst Abbe — ihr Leben und ihr Werk. München, 1966. 46 S.
 31. King H. C. The history of the telescope. L., 1955. 456 S.
 32. Warner D. J. Alva Clark and sons artists in optics. Wash., 1968. 120 p.
 33. Mills D. J. George Willis Ritchey and the development of celestial photography.— Amer. Sci., 1966, vol. 54, N 1, p. 64–93.
 34. Новожилова З. К. Геодезия в России XIX — начала XX вв.: Автореф. дисс.— канд. техн. наук. М.: ИИЕНТ, 1957. 20 с.
 35. Гусев В. В. Новейшие геодезические инструменты конструкции Вильда.— Журн. физ.-мат. о-ва при Перм. гос. ун-те, 1927, т. 4, с. 115–132.
 36. Воклер Ж. Астрономическая фотография. М.: Наука, 1975. 136 с.
 37. Димитров Г., Бокер Д. Телескопы и принадлежность к ним. М.; Л.: ГТТИ, 1947. 307 с.
 38. Новая техника в астрономии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 181 с.
 39. Райтер П. Я. Развитие аэрометео. в России и Советском Союзе. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 64 с.
 40. Иобст Р. 120-летие фирмы «Карл Цейс, Йена» и 150-летие со дня рождения Карла Цейса.— Астрон. журн., 1967, т. 44, вып. 1, с. 227–232.
 41. Высоцкий М. З. Кинотехника.— В кн.: БСЭ. 3-е изд., 1973, т. 12, с. 142–143.
 42. Специфика технических наук. М.: ИИЕНТ АН СССР, 1974. 334 с.
 43. Васильев С. И. Собр. соч. М.: Изд-во АН СССР, 1956, т. 3, с. 138.
 44. Гурьков В. А. Место технической оптики как технической науки в системе знаний.— В кн.: Наука и техника. Обществен. вопр. развития. Л.: Наука, 1979, вып. 12, с. 94–95.
 45. Gühlow V. A. Zu Fragen der Periodisierung der technische Optik.— NTM — Schriften. Gesch. Naturwiss., Techn. und Med., Leipzig, 1978, N 1, S. 14–22.
 46. Gauss K. W. Dioptrische untersuchungen.— In: K. F. Gauss Werke. Göttingen, 1877, Bd. V, S. 245–276.
 47. Гурьков В. А. Первые сведения об оптических системах.— Вопр. истории естествознания и техники, 1980, № 4, с. 117–122.
 48. Forschungen zur Geschichte der Optik. B., 1939, Bd. 3. 118 S.
 49. Lohberg O. W. Das Original—Petzval — Objektiv und seine Verwendung in Abwandlung bis in die neueste Zeit.— Jena. Jahrb., 1954, 2. Teil, S. 369–384.
 50. Rohr M. Theorie und Geschichte des photographischen Objectivs. B., 1899. 462 S.
 51. Zölner H. Zum 100. Geburtstag von Dr. Paul Rudolph.— In: Jena. Rdsh., 1956, N 5, S. 140–143.
 52. Раевич М. М. Техническая оптика. М.: Машинт, 1961. 328 с.
 53. Берек М. Основы практической оптики. М.: ГНТИ, 1930. 396 с.
 54. Abbe E. Gesammelte Abhandlungen. Jena, 1904, Bd. 1, 486 S.; 1906, Bd. 2. 346 S.
 55. Рождественский Д. С. Избранные труды. М.; Л.: Наука, 1964. 349 с.
 56. Annales de l'Observatoire de Paris: (Mémories), 1859, vol V.
 57. Горюк И. Г. Начальный период истории внешнего фотоэффекта и значение работ Столетова.— Успехи физ. наук, 1965, т. 58, № 4, с. 715–747.
 58. Лебедев П. Н. Давление света. М.: Госиздат, 1922. 92 с.
 59. Умох Н. А. Избранные сочинения. М.: Л.: Гостехиздат, 1950. 555 с.
 60. Архив АН СССР, ф. 320, оп. 1, № 233, т. 7, 45, 47.
 61. Гершун А. Л. Об оптических инструментах.— В кн.: Гершун А. Л. Сборник статей в помощь самообразованию. М., 1898, т. 1, вып. 2, с. 409–410.
 62. Гершун А. Л. О приборе для исследования качества вообще оптических стекол.— Зап. РГО, 1885, т. 29, № 11, с. 120–122.
 63. Воспоминания об академике Д. С. Рождественском: (К 100-летию со дня рождения). Л.: Наука, 1978. 176 с.
 64. 50 лет Государственного оптического института им. С. И. Вавилова (1918–1968): Сб. статей. Л.: Машиностроение, 1968. 706 с.
 65. Herschel W. Investigation of the powers on the prismatic colours to heat and illuminate objects.— Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1800, vol. 90, p. 255–284.
 66. Гурьков В. А. К предистории инфракрасной техники.— В кн.: Вопросы истории естествознания и техники. М.: Наука, 1973, вып. 44(3), с. 53–56.
 67. Гурьков В. А. Возникновение и развитие оптико-электронного приборостроения. М.: Наука, 1981. 192 с.
 68. Раевич И. П. Световая аппаратура во второй половине XIX в. В кн.: Труды ИИЕНТ. 1959, т. 28, с. 462.
 69. Earl of Rosse. On the radiation of heat from the Moon, the law of its absorption by our atmosphere and of its variation in amount with her phases.— Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1873, vol. 163, p. 587–589.
 70. Langley S. P. The temperature of the Moon.— Proc. Nat. Acad. Sci., 1889, vol. 4, p. 107–109.
 71. Langley S. P. Sur les spectres invisibles.— Ann. chim. et phys., 1886, Dec., p. 433–436.
 72. Гурьков В. А. К вопросу развития теории теплового излучения.— В кн.: Вопросы истории естествознания и техники. М.: Наука, 1976, вып. 56/57, с. 69–72.
 73. Труды III съезда Российской ассоциации физиков. Н. Новгород, 1923, с. 39–40.
 74. Гаглозова-Аркадьева А. А. Собрание трудов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 431 с.
 75. Arquist W. N. Survey of early infrared development.— Proc. Inst. Radio and Electr. Eng., 1959, vol. 47, N 9, p. 1420–1435.
 76. Hammond J. N. Optical instrument.— Pat. USA, 1925, N 1542937.
 77. Hoffman S. O. Method of and apparatus for detecting and observing objects in the dark.— Pat. USA, 1920, N 1343393.
 78. Цюльковский К. Э. Труды по ракетной технике. М.: Оборонгиз, 1947. 368 с.
 79. Central H. Aerial Torpedo.— Pat. USA, 1921, N 138932.

80. *Майстров Л. Е.* Первый арифмометр П. Л. Чебышева.— Ист.-мат. исслед. 1961, вып. 24, с. 349—354.
81. *Каган В. С.* Светные аппараты и пособия.— Энцикл. словарь Гранат, т. 12, сб. 1—4 между сб. 112 и 113.
82. *Винер Я. Е., Исидоровский С. К.* Энциклопедия светных машин.— М.: Л.: Техника управления, 1931, Вып. 1, 238 с.
83. *Carl Zeiss Jena.* Ernst und Jettz. B., 1962. 942 S.
84. *Ибст П.* 120-летие фирмы «Карл Цейс Йена» и 150-летие со дня рождения Карла Цейса.— Астрон. журн., 1967, т. 44, вып. 1, с. 227—232.
85. *Матвеев А. Д.* Народное предприятие «Карл Цейс».— В кн.: Вопросы экономической и политической географии. М.: ИМО, 1958, с. 94—107.
86. *Бахрах А. М.* Из истории оптического приборостроения. М.: Машиз, 1951. Т. 1. 222 с.
87. *Геодезия: Справ. руководство.* М.: Изд-во Наркомхоза РСФСР, 1939. Т. 7. Инструктивное. 300 с.
88. *Новокишова З. К.* Механическая мастерская Главного штаба.— Ист.-астрон. исслед. 1962, вып. 8, с. 331—360.
89. *Новокишова З. К.* Профессор астрономии и математики Корнелий Христианович Рейсиг.— Там же, 1969, вып. 10, с. 159—183.
90. *Новокишова З. К.* Деятельность оптико-механической мастерской Гидрографического управления Морского министерства.— Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР, 1959, т. 27, с. 270—279.
91. *Новокишова З. К.* Механик-самоучка Андрей Васильевич Самойлов.— Там же, т. 25, с. 263—269.
92. *Устройство при гидрографическом Управлении мастерской для изготовления мореходных инструментов.*— Мор. сб., 1859, т. 40, № 3, с. 143—145.
93. *Новокишова З. К.* Пулковские механики— создатели астрономических и геодезических инструментов.— Ист.-астрон. исслед., 1957, вып. 3, с. 485—516.
94. *Ирлов Б. Д.* Краткий очерк развития геодезического инструментостроения в СССР. М.: Геоиздат, 1955. 96 с.
95. *Струве О. В.* Обзор деятельности Николаевской Главной обсерватории в продолжении первых 25 лет ее существования. СПб., 1854. 112 с.
96. 100 лет Пулковской обсерватории.

- М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1945. 272 с.
97. *Ченакал В. Л.* Оптика в дореволюционной России.— Труды Ин-та истории естествознания, 1947, т. 1, с. 121—167.
98. *Урлауб И. Я.* Очерк истории оптики и истории оптического производства в России. СПб., 1899. 51 с.

К главе XIII

1. История первой мировой войны, 1914—1918. М.: Наука, 1975. Т. 1. 445 с.
2. *Мандрыка А. П.* Взаимосвязь механики и техники. Л.: Наука, 1975. 323 с.
3. *Маширо Я. М.* Внешняя баллистика. М.: Оборонгиз, 1946. 408 с.
4. *Siacci F.* Balistique extérieure. P., 1892. 474 p.
5. Военная инженерия ордена Ленина и Суворова Академии имени Ф. Э. Дзержинского: Очерк истории. М.: ВИА им. Ф. Э. Дзержинского, 1970. 406 с.
6. *Маевский Н. В.* О влиянии вращательного движения на полет продолговатых снарядов в воздухе.— Арт. журн., 1865, № 3, с. 1—191.
7. *Маевский Н. В.* О влиянии вращательного движения продолговатых снарядов на углубление их в твердые среды.— Там же, 1866, № 5, с. 1—100.
8. *Забудский Н.* Заметка к решению задач навесной стрельбы.— Там же, 1890, № 5, с. 409—413.
9. *Забудский Н. О* деривации сплюснутых снарядов.— Там же, № 7, с. 649—654.
10. *Забудский Н.* Влияние вращательного движения Земли на полет снарядов.— Там же, 1894, № 2, с. 119—134.
11. *Забудский Н. О* сопротивлении воздуха для больших скоростей снарядов.— Там же, № 4, с. 299—306.
12. *Забудский Н. О* угловой скорости вращения продолговатого снаряда.— Там же, 1891, № 1, с. 1—15.
13. *Charbonnier P.* Traité de balistique extérieure. P., 1921. Vol. 1. 637 p.
14. *Cranz K.* Aussteig. Balistik. B., 1910.
15. *Sparre M.* Sur le mouvement des projectiles oblongs autour de leur centre de gravité. P., 1891, 1893, 1904, 1911.
16. *Брик А.* Внутренняя баллистика.— Мор. сб., 1900, № 11, 12; 1901, № 1, 3, 4—12; 1902, № 2—6, Приложение, с. 1—370.

17. *Ларман Э. К.* Аксель Вильгельмович Гадолин (1828—1892). М.: Наука, 1969. 80 с.
18. *Гадолин А. О* сопротивлении стен орудий давлению пороховых газов при выстреле.— Арт. журн., 1858, № 3, с. 28—75.
19. *Гадолин А.* Теория орудий, скрепленных обручами.— Там же, 1861, № 12, с. 1033—1071.
20. *Тремязков Г. Г.* Боесприпасы артиллерии. М.: Воениздат, 1946. 336 с.
21. *Шкаравич В. И.* Об устройстве, свойствах и боевом употреблении прашни.— Арт. журн., 1875, № 8, с. 1—32; № 11, с. 49—64; № 12, с. 65—87.
22. *Брик А.* Проектирование снарядов. СПб., 1894. Ч. 1. 204 с.
23. *Брик А.* Прочность снарядов и действие ударных трубок в канале орудия и при встрече с вертикальными преградами. СПб., 1895. 20 с.
24. *Трофимов В. М.* Материалы о научной деятельности ученого. Л.: Воен. Арт. акад., 1966. 150 с.
25. О влиянии атмосферного давления на горение дистанционных трубок.— Арт. журн., 1865, № 8, с. 459—464.
26. *Трофимов В. М.* О зависимости горения дистанционных трубок от условий стрельбы.— Там же, 1899, № 5, с. 419—428; № 6, с. 483—505; № 7, с. 641—657.
27. *Головин А. Ф.* О жизни и деятельности Дмитрия Константиновича Чернова (1839—1921). М.: Изд-во АН СССР, 1968. 50 с.
28. *Чернов Д. К.* Критический обзор статей гг. Лаврова и Калакуцкого о стали и стальных орудиях и собственные Д. К. Чернова исследования по этому предмету. СПб., 1868. 42 с.
29. *Чернов Д. К.* О выгорании каналов в стальных орудиях.— Арт. журн., 1912, № 7, с. 841—853.
30. *Ханович И. Г.* Академик Алексей Николаевич Крылов (1863—1945). Л.: Наука, 1967. 251 с.
31. *Крылов А. Н.* Собрание трудов. О некоторых дифференциальных уравнениях математической физики, имеющие приложение в технических вопросах [1913]. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1949. Т. 3. Ч. 2. 482 с.
32. *Крылов А. Н.* Некоторые замечания о креперах и индикаторах (1909).— Собр. трудов. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1937, т. 4, с. 373—412.
33. *Крылов А. Н.* Анализа записи давления в цилиндре компрессора.— Собр. трудов. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1937, т. 4, с. 413—422.
34. *Макаров С. О.* О непотопляемости судов.— Мор. сб., 1875, № 6, с. 1—58.
35. *Макаров С.* Средства против потопления.— Там же, 1876, с. 1—41.
36. *Крылов А. Н.* Теория корабля.— Собрание трудов. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1948. Т. 3. Ч. 1. 399 с.
37. *Бубнов И. Г.* О непотопляемости судов.— Мор. сб., 1901, № 4, с. 114—155; № 5, с. 127—182.
38. *Носид Л. М.* Теория подобия и размерности. Л.: Судпромгиз, 1959. 95 с.
39. *Бубнов И. Г.* О погашении боковой качки водным балластом: Докл., сообщ. 1896 г.— ЦГА ВМФ, ф. 24, кораблестр.-тех. часть, д. 43, 1896, л. 2—10.
40. *Крылов А. Н.* Качка корабля.— Собр. трудов. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1951. Т. 11. 470 с.
41. *Папкович П. Ф.* Очерк развития и современное состояние вопроса о вибрации судов.— В кн.: Труды по вибрации корабля. Л.: Судпромгиз, 1960, с. 227—261.
42. *Лавров В. В., Матвеев Н. В.* Строительная механика корабля. М.: Реч. трансп., 1959. 378 с.
43. *Крылов А. Н.* Вибрация судов.— Собр. трудов. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1948. Т. 4. 403 с.
44. *Дормидонтов Ф. К.* Иван Григорьевич Бубнов: Крат. очерк жизни и деятельности.— В кн.: Бубнов И. Г. Избр. труды. Л.: Судпромгиз, 1956, с. 408—433.
45. *Бубнов И. Г.* Напряжения в обшивке судов от давлений воды.— Мор. сб., 1902, № 8, с. 117—141; № 9, с. 111—139; № 10, с. 119—138; № 12, с. 107—130.
46. *Вольямр А. С.* Гибкие пластинки и оболочки. М.: Гостехиздат, 1956. 419 с.
47. *Бубнов И. Г.* Строительная механика корабля. СПб., ч. 1, 1912. 330 с.; Ч. 2, 1914. 640 с.
48. *Крутин С. И.* Динамика и военная наука. М.: Воениздат, 1963. 204 с.
49. Мировая война в цифрах. М.: ОГИЗ, 1934. 128 с.
50. *Федоров В.* Эволюция стрелкового оружия. М.: Воениздат, 1938. Ч. 1. 198 с.
51. *Федоров В.* Эволюция стрелкового оружия. М.: Воениздат, 1939. Ч. 2. 314 с.
52. *Глатковский Н. И., Шорин П. А.* Ис-

- тория развития отечественного стрелкового оружия. М.: Воениздат, 1959. 248 с.
53. *Стрелков А. А.* Вооруженные силы и военное искусство в первой мировой войне. М.: Воениздат, 1974. 616 с.
 54. *Барсуков Е.* Русская артиллерия в мировую войну. М.: Госвоениздат, 1938. Т. 1. 396 с.
 55. *Татаринцев Ю.* Создание и развитие минометного оружия. — *Воен. вестн.*, 1950, № 1, с. 43—50.
 56. *Козловский Д. Е.* История материальной части артиллерии. М.: Воениздат, 1946. 323 с.
 57. *Шершое А. П.* К истории военного кораблестроения. М.: Военмориздат, 1952. 364 с.
 58. Судостроение. — Энцикл. словарь Гранат. 7-е изд., т. 41, кн. 5, с. 394—396.
 59. *Давыдов А. П.* Краткое изложение способа воспоминания пороха для ускорения по производу процесса старения заклада и применения этого изобретения к подводной мине или торпед. СПб., 1869. 20 с.
 60. *Голицын-Головкин.* Приемы при автоматической стрельбе посредством приборов системы Давыдова. — *Мор. сб.*, 1878, № 9, с. 145—158.
 61. *Кротков А.* Исторический очерк развития гальванической стрельбы в нашем флоте. Там же, 1881, № 3, с. 65—95; № 5, с. 65—102.
 62. *Давыдов А. П.* Описание системы автоматической стрельбы: Описание системы автоматической стрельбы из береговых батарей по движущимся судам (с. 1—4). Объяснительная записка по изобретению Давыдовым автоматической береговой стрельбы (с. 15—22). Литер. А. Записка о доставлении флоту действительного боевого значения (с. 23—27). Литер. Б. Объяснительная записка Давыдова по изобретению им автоматической судовой стрельбы (с. 29—40). СПб., 1880. 40 с.
 63. Артиллерийское вооружение судов. — *Техн. энцикл.* СПб.: Просвещение. Т. 1, с. 262.
 64. Флот в первой мировой войне. М.: Воениздат, 1964. Т. 1. 647 с.
 65. *Моисеев С. П.* Список кораблей русского парового и броненосного флота (с 1861 по 1917 г.). М.: Воениздат, 1948. 576 с.
 66. *Михайлов А.* Подводная война 1914—1918 гг. М.: Л.: Госвоениздат, 1940. 136 с.
 67. *Баржо П.* Флот в атомный век. М.: ИЛ, 1956. 271 с.
 68. *Крейсон П. М.* Самолеты за 20 лет, 1913—1938 гг. М.; Л.: Госмашметиздат, 1934. 201 с.
 69. *Богатовичев В. Ф.* Пути развития летательных аппаратов. М.: Оборонгиз, 1962. 131 с.
 70. *Gibbs-Smith C. H.* Aviation: An historical survey from its origins to the end of World War II. L., 1970. 316 p.
 71. *Журавченко А. П.* Артиллерийские вопросы авиации. Пг., 1947. 190 с.
 72. История воздухоплавания и авиации в СССР. М.: Оборонгиз, 1944. 647 с.
 73. *Алматов А. С., Атрамовец Е. А., Коробков Б. М., Масилов Е. И.* Таиш. М.: Воениздат, 1954. 608 с.
 74. *Хейль Ф.* Таиши. М.: Госвоениздат, 1933. 307 с.
 75. *Митчел Ф.* Таиши на войне. М.: Госвоениздат, 1935. 98 с.
 76. *Фуллер Дж.* Таиши в великой войне 1914—1918 гг. М.: Госвоениздат, 1923. 264 с.
 77. *Циолковский К. Э.* Мировая война 1914—1918 гг. М.: Госвоениздат, 1938. Т. 2. 288 с.
 78. *Гансман Р., Бергендорф Ф.* Химическое нападение и оборона. М.: Госвоениздат, 1925. 200 с.
 79. *Фигуровский Н. А.* Очерк развития русского противогаса во время империалистической войны, 1914—1918 гг. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1942. 97 с.

К главе XIV

1. *Циолковский К. Э.* Реактивные летательные аппараты. М.: Наука, 1964, с. 29—76.
2. *Carreras R. F. Gomez Arias* rocket vehicle project (1872). — In: 22nd Congr. of the IAF; 5th History of Astronautics Symp. Bruxelles, 1971.
3. *Соколовский В. Н.* Краткий очерк развития ракетной техники. — Из истории авиации и космонавтики, 1975, вып. 26, с. 113—144.
4. *Соколовский В. Н.* О работах Г. Гансманна в области решения проблемы полета в космическое пространство. — Там же, 1973, вып. 20, с. 61—82.
5. *Циолковский К. Э.* Исследование мировых пространств реактивными приборами. — Науч. обозрение, 1903, № 5, с. 43—75.
6. *Goddard R. H.* The papers. N. Y., 1970. Vol. 1. 650 p.
7. Труды первых чтений, посвященных разработке наследия и развитию

- идей Ф. А. Цандера. Секция 3, 1972. 138 с.
8. *Цандер Ф. А.* Космические (эфирные) корабли, которые обеспечат сообщение между звездами. — Из истории авиации и космонавтики, 1971, вып. 13, с. 3—36.
9. *Blossel L. Robert Esnault-Pelterie:* Space pioneer. — In: First steps toward space. Wash.: NASA, 1974, p. 5—32.
10. *Oberth H.* My contributions to astronautics. — In: First steps toward space. Wash.: NASA, 1974, p. 129—138.
11. *Циолковский К. Э.* Исследование мировых пространств реактивными приборами. — *Вестн. воздухоплавания*, СПб., 1914, № 19—22, 1912, № 2, 3, 5—7, 9.
12. *Esnault-Pelterie R.* Consideration sur les resultats d'un allegement indefini des moteurs. — J. phys. theor. et appl., Paris, 1913, т. 3, p. 5.
13. *Циолковский К. Э.* Исследования мировых пространств реактивными

- приборами: (Доп. к I и II частям труда того же назв.). Калуга, 1914. 16 с.
14. *Goddard R. H.* A method of reaching extreme altitudes. — *Smithsonian Miscell. Collect.*, 1919. Vol. 71, N 2. 69 p.
15. *Соколовский В. Н.* Работы отечественных ученых — пионеры ракетной техники. — В кн.: Пионеры ракетной техники. М.: Наука, 1964, с. 601—634.

К главе XV

1. *Менделеев Д. И.* Основы химии. 5-е изд. СПб., 1889. 780 с.
2. *Пиринд* относительности. [М.; Л.: ОНТИ. Гл., ред. общетехн. лит., 1935. 386 с.
3. *Бор Н.* Три статьи о спектрах и строении атомов. М.; Пг.: Госиздат, 1923. 156 с.
4. *Бор Н.* О сериальных спектрах элементов. — *Успехи физ. наук*, 1922, т. 3, с. 23—64.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Аббе Эрнст (Abbé E.), 1840—1905
351, 361, 365, 367—370, 372, 373,
394
- Абдкан-Абаханович Б. (Abdank-
Abakhanowicz B.), 1852—1900
393
- Абней В., 1881 г. 378
- Абрамов Н. М., 1904 г. 208
- Адер Клеман (Ader C.), 1841—1925
270, 285, 303
- Азаров Н. Н. 423
- Айртон Вильям Эдвард (Ayrton
W. E.), 1847—1908 357
- Аймонин Н., 1896 г. 326
- Айкович Н. П., 1920 г. 284
- Александрсон Эрнест (Alexander-
son E. F. W.), 1878—1950 317
- Алексеев Г. В. 186
- Алексеев Михаил Иванович, ок.
1830—1898 326
- Албицкий Петр Михайлович,
1830—1880 409
- Ампре Андре Мари (Amprèe A. M.),
1775—1836 50, 76
- Амслер А. (Amsler J.), 1823—1912
329
- Андер Солломон Август (André
S. A.), 1854—1897 225
- Андреев Иван Иванович, 1880—
1919 169—171
- Андреев Павел Петрович, 1799—
1851 134, 136
- Араго Доминик Франсуа Жан (Ara-
go D. F. J.), 1786—1853 50, 51
- Ариас Ф., 1872 г. 266, 435
- Аркинг Георг (Arko G.), 1869—1940
314, 317
- Армайт Т., 1896 г. 335, 336
- Аррениус Сванте Август (Arrheni-
us S. A.), 1859—1927 139, 140,
444
- Ариберг, 1866 г. 386
- Аршадон Эрнест (Archéson E.),
1863—1957 274
- Аршир Анри Жозеф (Archereau
H. J.), 1819—1893 55
- Астур Леонид Владимирович,
1878—1920 45
- Астон Фрэнсис Вильям (Aston
F. W.), 1877—1945 452
- Аткинсон (Atkinson), 1860 г. 98
- Ауэр фон Вельбах Карл (Auer
von Weisbach C.), 1858—1929 288
- Афанасьев П. А., кон. XIX —
нач. XX вв. 24
- Вагратон Петр Романович, 1818—
1876 129
- Вагнер Адольф (Wagner A. von),
1835—1917 195, 199
- Вайков Александр Александрович,
1870—1956 136, 201
- Вакеланд Лео Генрих (Backeland
L. H.), 1863—1944 195
- Валонский Федор Иванович, г. р.
неизв., ум. 1896 304
- Варановский Владимир Степано-
вич, 1846—1879 417
- Вариса Чарльз (Barkia Ch.), 1877—
1914 354
- Варлоу, 1868 г. 264
- Варлоу Питер (Barlow P.), 1776—
1862 51
- Барон Дженни М., 1885 г. 203
- Барроу Вильям С. (Barroughs
W. S.), 1857—1898 388
- Бартон (Barton) 252
- Бартон В. (Barton V.), 1913, 1915—
1918 г. 186
- Баршневский, 1845 г. 366
- Батлер, 1867 г. 284
- Баушингер И. (Bauschinger J.),
1834—1893 298, 254
- Бауэр Андреу (Bauer A.), 1811 г.
323
- Баш Карл (Bach K.), 1847—1931
46, 204, 215
- Башфорт Г. (Bachforth), 1865—
1870 г. 306
- Бели В. (Belin W.), 1896 г. 176
- Бейерле Маркус (Baierle M.) 392
- Бейри Вильям (Byerd W.), 1864 г.
427
- Бекетов Николай Николаевич,
1827—1911 142
- Беккер (Becker), 1883—1890 г.
250
- Беккерель Антуан Анри (Becquerel
A. H.), 1852—1908 445, 446
- Беланже Жан Батист (Bélanger
J. B.), 1790—1874 43
- Белелюбский Николай Аполлоно-
вич, 1845—1922 201, 255
- Белл Александр Трейам (Bell
A. G.), 1847—1922 292, 301—
302, 305, 308, 342, 343, 345, 379—
381
- Белл Исаак Лоттан (Bell I. L.),
1816—1904 134
- Белл Патрик (Bell P.), 1799—1869
36
- Бельвий 48
- Беллер Николай Иванович, 1877—
1920 133
- Бенардос Николай Николаевич
1842—1905 64
- Бенксон, 1884 г. 230
- Бенц Карл Фридрих (Benz K. F.),
1844—1929 245—245
- Бердичевский-Аполлонов Соколом
Михайлович, 1893 г. 306, 307
- Беринго Л. М., 2-я пол. XIX в.
193
- Берлинер Эмиль (Berliner E.),
1851—1929 301—303, 342, 344,
346
- Бернет Д. (Burnett D.), 1860 г.
294
- Бернулли Давид (Bernoulli D.),
1700—1782 283
- Бертло Пьер Жюан Марселен (Berthelot
P. H.), 1827—1907 140,
142, 143
- Бертолле Клод Луи (Berthollet
C. L.), 1748—1822 134, 136, 165
- Бертелиус Йенс Якоб (Berzelius
J. J.), 1779—1848 134, 141
- Бессемер Генри (Bessemer H.),
1813—1898 116—118
- Бетено Жозеф (Béthénod J.), 1883—
1944 317
- Бетцландер Г., 1919 г. 307
- Биван Эдвард Джон (Bevan E. J.),
1856—1924 192, 194
- Бид М. М., 1908 г. 201
- Бидл Клейтон (Biddle C.), 1893 г.
193
- Блю Жан Батист (Blot J. B.),
1774—1862 50
- Биркеланд Кристиан Олаф (Bir-
keland K. O.), 1867—1917 159—
162
- Блазиус Г. (Blasius H.), p. 1883 —
г. см. неав. 288
- Блати Отто Титус (Bläthy O. T.),
1860—1939 58
- Блейк Фрэнсис (Blake F.), 301—
303
- Блерно Луи (Blériot L.), 1872—
1906 275, 276
- Блюм Фестр Абрамович, 1827—
1899, по др. данным 1832—1902
37
- Блондель Андре Эжен (Blondel
A. E.), 1863—1938 314
- Блюндит Рене (Blondiot R.), 1840—
1930 308
- Бобалев Дмитрий Константинович,
1842—1917 283
- Богданов Евгений Васильевич,
p. 1829 — г. см. неав. 219
- Богуславский, 1896 г. 255
- Боденштейн Макс (Bodenstein H.),
1871—1942 179
- Бо де Роша Альфонс (Beau de Ro-
schas A.), 1815—1891 243
- Бодю Жан Мари Эмиль (Baudot
J. M. E.), 1845—1903 294, 295
- Бония Борис Иванович, 1873—
1927 101
- Болдуин Ф., 1872 г. 387
- Болдырев И. В., 1878—1881 гг.
336
- Болле Леон (Bollé L.), 1889 г.
349, 399
- Болонковский Виктор Федорович,
1899—1970 268
- Болман А. Н., 1883 г. 385
- Болтман Людвиг (Boltzmann L.),
1844—1906 377
- Бор Нильс Хенрик Давид (Bohr
N. H. D.), 1885—1962 453, 454,
456, 457
- Бородин Александр Парфеньевич,
1848—1898 225
- Босе Джозуэ Чандра (Bose J.),
1858—1937 309
- Босх Карл (Bosch C.), 1874—1940
166—168
- Брайт, 1888 г. 326
- Браконато Н. (Bracconnot H.), 1780
или 1781—1855 193
- Брандт А. (Brandt), 1864, 1898 гг.
86, 237, 258, 260
- Бранли Онуард (Bräny E.), 1844—
1904 308—310
- Брауэр Э. (Brauer E.), 1900, 1913 гг.
169
- Браун Д. С. (Brown D. S.), 1866 г.
267
- Браун К. (Braun), 1887 г. 142
- Браун Карл Фердинанд (Braun
K. F.), 1850—1918 314, 317
- Брауэр Георг Константинович,
1816—1882 394, 399
- Бреге Луи (Bréguet L.), 1907 г.
275, 276
- Бренгет (Brunton), 1864 г. 89
- Бринг Антон Францевич, p. 1851 —
г. см. неав. 407, 409, 411, 412
- Броун Чарльз (Brown Ch.), 1863—
1924 63, 77
- Брук Антониус Иоганнес ван ден
(Broek A. J. van den), 1870 —
1926 452
- Брунн (Brunck), 1887 г. 189
- Брюстер С. (Бростер)
- Бруге Густав Петри (Brugg W. H.),
1862—1942 354
- Бруге Вильям Лоренц
(Brugg W. L.), p. 1890 354
- Бродли Чарльз Шенн (Brad-
ley Ch.), 1853—1923 59, 159
- Брос, 1838 г. 324
- Бронель Альфред Кингдом (Brue-
nel I. K.), 1806—1859 267
- Бронель Марк Изабара (Brunel
M. I.), 1769—1849 263
- Брустер Дейвид (Brewster D.),
1781—1868 214, 350
- Бубнов Иван Григорьевич, 1872—
1919 412—415, 416, 425
- Будников Петр Петрович, 1885—
1968 202
- Булатор, 1893 г. 411
- Буллок Вильям (Bullock W.),
1813—1867 324
- Буль (Booil), 1931 г. 391
- Булловар 150
- Бунаен Роберт Вильгельм (Bun-
pen R. W.), 1811—1899 143, 348,
349, 408
- Бунковский Виктор Яковлевич,
1804—1899 368
- Бурман Н., 1861 г. 385
- Бурмистер Людвиг (Burmester L.),
1840—1927 44, 45
- Бурсель Шарль (Boursuel Ch.),
1829—1912 299
- Бутакон Григорий Иванович,
1820—1882 43
- Бутлеров Александр Михайлович,
1828—1886 113, 144, 194, 197
- Бумар Гюстава (Bouchardat G.),
1842—1919 196
- Визон Борис Васильевич, 1880—
1924 197
- Вибблин Чарльз (Vibbidge Ch.),
1842—1919 386, 392
- Визон Роландер (Bacon R.), ок.
1214 — ок. 1232 229
- Вааге Петер (Waage P.), 1833—
1900 140, 185
- Вавилов Сергей Иванович, 1891—
1951 363
- Вайс Г. (Weiss), 1887 г. 207
- Валлендин Флорен (Vandervin F.),
1864 г. 89
- Ван-Делуш Чарльз Дельф (Van-
Derpele Ch. J.), 1846—1892 176
- Валдермонд Александр Теофи-
л (Vandermonde A. T.), 1735—
1796 136
- Ван-дер-Поль Балтазар (Van der
Pol B.), 318
- Ван дер Элст (Van der Elst), 2-я
пол. XIX в. 89
- Вант-Гофф Иохн Хендриг (Van-
t Hoff J. H.), 1852—1911 159, 161,
162
- Варли Кромвель Флитвуд (Varley
C. F.), 1828—1883 52
- Варли Семьюэл Олфред (Varley
S. A.), 6-е г. XIX в. 52
- Ватсон Томас А. (Watson T. A.),
1875 г. 301
- Ваццун Ф., 1879 г. 173
- Вейсман Август (Weismann
A.), 1834—1914 448
- Велер Фридрих (Wöhler F.), 1800—
1882 143
- Велдон Вальтер (Weldon W.),
1832—1885 145, 172, 173
- Велтман 393
- Вельферт Г., 1897 г. 282
- Верген Эмануэль (Verguin E.),
1859 г. 196
- Вертейм Вильгельм Г. (Werteim
W. G.), 1815—1861 296, 341
- Вестингауз Дюкорд (Georg) (Wes-
tinghouse G.), 1846—1914 35
- Вестон Э., 1888 г. 357
- Ветман, нач. XX в. 372
- Ветчинин Владимир Петрович,
1888—1950 288
- Вилбе 24
- Виксменский А. Ф., 1889 г.
Виллстор 398
- Вилсон К., 1891 г. 214
- Вильгельм Людвиг Фердинанд
(Willelmy L. F.), 1812—1891
140
- Вильд Генрих (Wild H.), 1871—
1951 364
- Вильямс Чарльз Хансон Грейвс
(Williams Ch. H. G.), 1829—1896
196
- Вин Вильгельм (Wien W.), 1864—
1928 377
- Вин Макс (Wien M.), 1866—1919
317
- Винклер Клеменс Александр (Win-
kler C. A.), 1838—1904 141,
155

- Винтон Александр (Winton A.),
кон. XIX в. 242, 244
- Виппль К. (Whipple), XIX в. 22
- Витворт Эдвард (Whitworth J.),
1803—1887 19, 24, 25
- Витт Отто Николаус (Witt O. N.),
1853—1915 198
- Виттенбергер Фердинанд (Witten-
berger F.), 1857—1922 46
- Власев Сергей Николаевич, 1904 г.
418
- Войковичев Павел Дмитриевич,
1866—1913 78, 304
- Войскас Сигизмунд Григорьевич,
1850—1904 101
- Володин Валентин Петрович,
1881—1953 317
- Вольне Христиан Генрик (Wolke
Ch. H.) 1741—1825 207
- Вольф Маркович Осипович, 1825—
1883 228
- Восбойников Н. И. 181
- Вотсак Карл, 1880 г. 401
- Вретен Роберт Робертович, 1837—
1893 304
- Второв Николай Александрович,
1866—1918 204
- Вуазен Габриэль (Voisin G.),
р. 1880—с г. см. назв. 274—276,
278
- Вуд В., 1873 г. 36
- Вуич Алоиз
Вуич Траян (Vuia T.), 1872—1950
275
- Вульф Георгий (Юрий) Виктори-
евич, 1863—1925 354
- Вышиградский Иван Алексеевич,
1831—1895 44, 407
- Вьель П. (Vielie P.), 1883, 1884 гг.
409, 417
- Габер Фриц (Haber F.), 1868—1934
142, 185—188
- Гайдарис Александр Павлович,
1861—1914 24, 360
- Гаврилов Сергей, 1890, 1891 гг.
186, 187
- Галонин Алексей Вильгельмович,
1828—1892 24, 407, 410, 411
- Гансель Яков Моисеевич, 1874—
1945 236, 276, 278, 279
- Гансманн Борис Григорьевич,
1871—1915 414
- Гамели Гампеле (Gallie G.),
1564—1642 365, 377
- Гаманн Г. (Hamann), 1905, 1925 гг.
388, 389
- Ганн Филипп М. (Hahn P. M.),
1739—1790 385
- Гансвиндт Герман (Ganswindt H.),
1856—1934 435, 436
- Гарнинг Ф. П., 1915 г. 226
- Гарбе, 90-е гг. XIX в. 48
- Гаррис Карл Духири (Harrise
C. D.), 1886—1923 197
- Гарт 24
- Гарнинг 24
- Гарман И., 1904 г. 371
- Гассе Т., 1917 г. 382
- Гатунз А. Д., XIX—XX вв. 23
- Гау Элис (Howe E.), 1819—1867
248
- Гауэс Карл Фридрих (Gaus K. F.),
1777—1855 294, 360, 366
- Гвоздев Евгений Павлович, 1818—
1896 304
- Гёбелс Генрих (Goebel H.), 1847—
1893 54
- Гелосов Дмитрий Данилович,
1854—1908 396
- Гегер, 1900 г. 367
- Гей-Люссак Александр Луи (Gay-Lus-
sac J. L.), 1778—1850 134, 179
- Гейнц Гельм (Hein E.), 1867—1922
137
- Гельмхольц Петер Августович 407
- Гельмгольц Герман Людвиг Фел-
дериан (Helmholtz H. L. F.),
1821—1894 134, 283, 291, 300,
368
- Генкоу Томас (Hancock T.), 1786—
1865 194, 195
- Генриксон Ф., 1892 г. 207, 208
- Генри (Henry), XIX в. 36
- Генри (Henry), 1884 г. 230
- Генри Дюфосс (Henry J.), 1797—
1878 50, 51, 76
- Гербер, 60-е гг. XIX в. 250
- Гербер Вильсиль Федорович, 1842—
1908 298, 399
- Геренс Н. (Herenz P.) 136
- Герман Александр Петрович,
1874—1853 101
- Германн (Hermann), 1814 г. 392
- Гертер Фердинанд (Herter F.),
1868 г. 145
- Герц Генрих Рудольф (Hertz H. R.),
1857—1894 308—311, 352, 377,
378, 443, 448
- Гершель Вильям Фридрих Виль-
гельм (Herschel W. F. W.),
1738—1822 365, 374, 375
- Гершун Александр Львович, 1868—
1915 373, 374, 400, 403
- Гесс Герман Иванович, 1802—1850
141, 42, 407
- Гесслерен И. П. (Hessberger J.),
1871—1934 161
- Гейднер-Альтенер Фридрих (Heff-
ner-Altenecker F.), 1845—1904 43
- Геттсфорд Романович, 1839—
1890 226, 268
- Гиббаль (Gibbale), кон. XIX—нач.
XX вв. 99
- Гиббонс Д., 1-я пол. XIX в. 110
- Гиббс Дюкалай Виллард (Gibbs
J. W.), 1839—1903 44
- Гиббс Эдуард Динсон (Gibbs E. D.),
г. р. неизв.—ум. 1912 55
- Гиббс-Смит Чарльз (Gibbs-Smith
Ch. N.), 280
- Гилланд 305
- Гильберт Ф. В. (см. Диклбрег)
- Гиндль Юлиус (Вильгельм) (Gin-
dl J. W.), 1804—1883 295
- Гипп, XIX в. 245
- Гиппс-Арандас-Аленсасдра
Андреса, 1884—1945 377
- Гловер Джон (Glover J.), 1817—
1902 154
- Глухов Николай Гаврилович,
1831—1893 173
- Глушков Иван Николаевич, 1873—
1916 106
- Гобно Леонид Николаевич, 1904 г.
418
- Говард (Howard), 50—60-е гг.
XIX в. 36
- Годдард Роберт Хатчинсон (God-
dard B. H.), 1822—1945 437—
439, 441, 442
- Голицин Борис Борисович, 1862—
1916 273, 377
- Гольдберг Г., 1860—1929 390—392
- Гольдшмидт Павел Михайлович,
1843—1911 303, 305
- Гольдштер П. 326
- Гольдшмидт Рудольф (Goldsch-
midt R.), 1876—1950 317
- Голяз Люсцен (Gaulard L.), 1850—
1888 58
- Гоманн Вальтер (Hohmann W.),
1880—1943 437
- Гонсал, 1824 г. 392
- Гониманн Моритц (Hognimann M.),
1844—1918 150, 153
- Гопкинс (Hopkins) 390
- Гопкинсон Джон (Hopkinson J.),
1849—1898 58, 61
- Гопкинсон Эдуард (Hopkinson E.),
1884 58
- Горбов Александр Иванович, 1859—
1939 161, 162
- Гордон Дикомс Эдуард (Gor-
don J. E.), 1852—1893 58
- Гордон Люис М. 253
- Горнер У., 1833 г. 321, 322
- Горнинов Александр Михайлович,
1884 г. 122
- Горюнов Юрий Михайлович,
1866—1923 122
- Горичкин Василий Прохорович,
1868—1935 45, 46
- Гру Г. М. (Howe H. M.), 1848—
1922 137
- Гуфан Август Вильгельм (Hof-
mann A. W.), 1818—1892 139,
138
- Гуфан С., 1919 г. 383
- Гухман Халил Мугулович, 1851—
1916 44
- Гуван Йозеф (Hrabák J.), 1833—
1921 100
- Гуван Иван Платонович, 1874—
1960 407, 409
- Грамм Зеноб Теофиль (Gramme
S. T.), 1826—1901 22, 53, 57, 58
- Грамолин А. Ф., 1915 г. 122
- Графсф Франц (Grashof F.), 1826—
1893 44
- Гребс Карл (Graebe C.), 1841—
1927 199
- Гребенников Илья Васильевич,
1887—1953 374, 402
- Грегори В. (Gregory W.), 30-е гг.
XIX в. 196
- Грей Элайм (Gray E.), 1835—
1901 292, 301
- Грентц Л., 1897 г. 358
- Григорьев Дмитрий Павлович,
1883—1938 278, 280, 289, 429
- Гриневичкий Василий Игнатьевич,
1871—1919 45
- Гриесс Иоганн Петер (Griess J. P.),
1829—1888 198
- Гриффите А. А., 1917 г. 214
- Громена Ипполит Степанович,
1851—1889 101
- Грузе-Тришмаков Владимир Ефи-
мович, 1864—1928 408
- Грюнер Л. (Grüner), 1872 г. 110,
134
- Губнин Иван Михайлович, 1871—
1939 101
- Губонин Петр Поникович, 1825—
1894 181, 183
- Гудцов Николай Тимофеевич,
1883—1957 136
- Гудьяр Чарльз (Goodyear Ch.),
1800—1860 194, 195
- Гур Р. де (Gour R. de), 1902—
1906 г. 282
- Гук Роберт (Hooke R.), 1635—1703
204, 254, 298
- Гулябег Катю Максимильян
(Guldberg C. M.), 1836—1902
140, 155
- Гунтер Эдмунд (Gunter E.), 1581—
1626 392
- Гуни Амброз (Goupy A.), 276
- Гуппиль Гатон (Goupilliere H.),
1833—1927 43
- Гупиль М. (Goupil M. A.), 1884 г.
270
- Гуйгенс Христиан (Huysens Ch.),
1629—1695 365
- Гюбнел Л. (Gümbel L.), 1801 г.
414
- Давыдов Алексей Павлович, 1826—
1904 423
- Даймлер Готтлиб (Daimler G.),
1834—1900 76, 102, 235, 243—245
- Дальтон Джон (Dalton J.), 1766—
1844 125, 196, 444
- Д'Арсонваль Жан Арсен (D'Arsen-
val J. A.), 1831—1940 356, 357
- Дафт Лео (Daft L.), 1883 г. 230
- Дёбернер Иоганн Вольфганг (De-
berner J. W.), 1780—1849 141
- Девенпорт Томас (Davenport T.),
1820—1851 51
- Де Женн А. (De Gennes A.), 1900 г.
86
- Дезорм Шарль Бернард (Desor-
mes Ch. B.), 1777—1857 или 1862
141, 142
- Дескарт Рене (Descartes R.), 1596—
1650 365, 367
- Делатранж Леон (Delatrange L.),
1873—1910 275
- Де ла Рив Огюст (de la Rive A. A.),
1814—1873 296, 299
- Деларю, 1820 г. 53, 54
- Деленио, 1879 г. 341
- Делоне Николай Борисович, 1856—
1931 44
- Дель Промпто, 1904 г. 238
- Деспесс Л. (Despassis L. H.), 1890 г.
199
- Депре Марсель (Deprez M.), 1843—
1918 507, 204, 356, 444
- Дери Мишма (Déri M.), 1854—1938
58, 63
- Детруа 64
- Де Форест Л. (De Forest L.), 1873—
1961 318, 319
- Дефосс Рене (Defosses R.), 1828 г.
163
- Де Фрис (De Fries) Хуго (De Vries),
1848—1935 448
- Дивешский Степан Карлович,
1843—1908 282, 284, 289
- Диффрей (Defrey), 1877 г. 87
- Диклбрег Франк В. (Gibbreth F. V.),
р. 209
- Джанде Джеймс Холмуд (Jeans J.),
1877—1946 377
- Джонсон Э., 1903—1904 гг. 345
- Джонстон, 1878 г. 37
- Дюбуаль Джеймс Прескотт (Joule
J. P.), 1818—1889 64, 154
- Дювонн Жан А., 1865—1934 407
- Дювронхон 54
- Дизель Рудольф (Diesel R.), 1858—
1913 26, 102
- Дикон Гейри (Deacon H.), 1822—
1876 145, 172, 173
- Диксон У., 322, 334
- Динник Александр Николаевич,
1876—1850 254
- Дихман К. К., 1905 г. 122
- Долбер А. Е. (Dolbear A. E.), 303
- Долливо-Добровольский Михаил
Осипович, 1862—1919 59—63,
76, 77, 305
- Дорошенко Григорий Яковлевич,
1846—1910 101
- Дрейфус, 1921 г. 194
- Дроздов Николай Федорович,
1862—1954 407, 409
- Дубинин Василий Алексеевич,
1823 г. 181
- Дубинин Герасим Алексеевич,
1823 г. 181
- Дубинин Макал Алексеевич, 1823 г.
181
- Дукс В., 1913 г. 179
- Дурасов Роберт Августович,
1856 1937 407
- Думан В. Л. 412
- Думини Г. П., 1906 г. 409
- Дьюар Джеймс (Dewar J.), 1842—
1923 159, 279
- Дьюар Ч. Ф. (Dear H. G.), 1838—
1880 г. 146, 256
- Дюроа Д. Ф., 1893 г. 243, 244
- Дэви Гейфри (Davy H.), 1778—1821
53, 64, 141
- Дюкрет Эжен (Ducretet E.), 1844—
1915 34, 101
- Дюма Жан Батист Андре (Dumma-
J. B. A.), 1800—1884 143, 181,
198
- Дютер Ф. Ш. Л., 1889 г. 203
- Дюфур М. Л. (Dufour M. L.), 1862
411
- Егоров Николай Григорьевич,
1848—1919 308
- Едериш Оппард (Jäderin E.), 1852—
1923 397
- Евсериус Федор Венедиктович,
1892 г. 383
- Елли Н. И., 80-е гг. XIX в. 18
- «Жансен Пьер Жюль Сезар (Janse-
n P. J. C.), 1824—1907 332, 35
- Жерар Шарль Ференрих (Gerhar-
d Ch. F.), 1816—1856 143
- Жиллет Л. (Gillet L.), 2-я пол.
XIX в. 161
- Жилберт Ф. Филипп (Gibert F.),
1892—1892 44
- Жиро Шарль (Girault Ch. F.),
р. 1818—год см. назв. 132
- Жиффар Анри (Giffard H.), 1825—
1882 266

Жобар (Jobart), 1838 г. 54
Жюналь Н. Ж. (Jonval), 40-е гг. XIX в. 82, 83

Жуковский Николай Егорович, 1847—1921 45, 283—289
Журавский Дмитрий Иванович, 1821—1891 253

Забудский Григорий Александрович, 1854—1930 407
Забудский Николай Александрович, 1853—1917 406—410, 417
Занг, 1852 г. 292

Зарубин Павел Алексеевич, 1816—1886 392
Зворинский Константин Алексеевич, 1861—1928 24

Зеебек Томас Иоганн (Seebeck T. J.), 1770—1851 375

Зейбер Рудольф Ф. фон, XIX в. 366
Земский Николай Дмитриевич, 1861—1953 186, 432, 433
Зеллинг Эдуард (Selling E.), 1886 г. 390

Зенефельдер Алота (Senefelder A.), 1771—1834 326
Зернов Дмитрий Степанович, 1860—1922 45

Зинцов, 1845 г. 257
Зинин Николай Николаевич, 1812—1886 143, 189, 398

Зингеден Вильгельм Иозеф (Sinteden W.), 1803—1891 52
Зоммерфельд Арнольд Иоганн (Sommerfeld A. J.), 1868—1951 229, 318, 454

Ибн Сина (Абу Али Хусейн ибн Абдаллах ибн Хасан ибн Али ибн Сина), (Авиценна), 980—1037 329

Ивановский, 1865 г. 107
Игнатов Григорий Григорьевич, 1846—1898 304

Иковский Василий Петрович, 1863—1926 332
Иланов Александр Александрович, 1845—1911 121

Искра Вильям (Eccles W.), 1912 г. 318
Игнер Карл (Ilgner K.), 1903 г. 62

Игнш Ф. А., 1886, 1888 гг. 184
Иогансен Вильгельм Людвиг (Johannsen W. L.), 1857—1927 448

Иоахим, 1881 г. 386
Иоахим Александр Федорович, 1880—1900 352, 355, 373

Ипатьев Владимир Николаевич, 1887—1952 168, 369, 171
Иоген Д., кон. XIX в. 333

Иедлик Анжот Иштван (Iedlik A. I.), 1800—1895 51, 52

Кавендиш Генри (Cavendish H.), 1731—1810 159
Калера Афанасий Кириллович, 1893, 1896, 1901 гг. 90, 91

Каплан Виктор (Karplan V.), 1876—1934 43
Карп Габриель (Karr G.), 1852—1922 79

Карлельс Эгонот (Carlisle A.), 1768—1840 64
Карно Никола Леонар Сади (Carnot N. L. S.), 1796—1832 334

Каро Николем (Cago N.), 1871—1935 163
Карпашев Ж., 1895 г. 337, 357

Карстен Карл Иоганн Бернхард (Karsten K. J. B.), 1782—1853 134, 136

Кастнер Гамилтон Юнг (Caster H.), 1885 г. 175, 176
Кауегер Федор Андреевич, Р. 1802—к. к. неизв. 37

Каулер Эдуард Алфред (Cowper E. A.), 1819—1893 109
Качалов Николай Николаевич, 1883—1961 374, 402

Керрес, 1917 г. 431
Кей, 1914—1918 гг. 382

Кейли Артур (Cayley A.), 1821—1895 41
Кейли Джордж (Cayley G.), 1773—1857 265, 266, 271, 283

Кельнер Карл (Kellner K.), г. р. неизв.—ум. 1905 175, 176
Кёнен М. 1887 г. 207—209

Кёниг (König), 2-я пол. XIX в. 339
Кёниг Фридрих (König), 1774—1833 352, 354

Кеннеди Александр (Kennedy A.), 1847—1928 44
Кеннеди А. В. В. (Kennedy A. V. W.), 1883 г. 58

Кеннеди М. Д. (Connolly M. D.), 1879 г. 306
Кеннет Т. Э. (Connolly T. E.), 1879 1883 г. 306

Кеннелл Артур Эдвин (Kennell A. E.), 1861—1939 318
Кёпе (Коупе), 1877 г. 95

Кеплер Иоганн (Kerpler J.), 1571—1630 367
Керзон Джордж Натанелл (Cuthbertson N.), 1839—1925 102

Кертис Джон Кертис (Curtis G. H.), 1879—1954 76, 428
Кеттеринг Чарльз Францис (Kettering C. F.), 1876—1958 244

Кёхлин Морис (Koechlin M.) 210

Кибальчич Николай Иванович, 1853—1881 268, 455
Кинд Карл Г. (Kind C. G.), 1843 г. 102

Кирхенс Виктор Лаврович, 1845—1913 44, 274
Кирхгоф Густав Роберт (Kirchhoff G. R.), 1824—1887 204, 291, 348—350, 377

Кирхгоф Константин Готтлиб Сигизмунд (Kirchhoff K. G. S.), 1764—1833 141
Кирхер Эвонгуст (Kircher A.), 1601—1680 329

Киселевский Гавриил Петрович, 1906 г. 409
Кларинальз 24

Кларк К. Х. В. (Clark C. H. W.), 60-е гг. XIX в. 52
Кларк Аллан (старший) (Clark A.), 1804—1887 362, 363

Кларк Аллан Горт (младший) (Clark A.), 1832—1897 362, 363
Кларк Джордж (Clark G.), 1827—1891 362, 363

Классон Роберт Эдуардович, 1868—1929 72
Клаузиус Рудольф Юлиус Эмануэль (Clausius R. J. E.), 1822—1888 134

Клей (Kley), 1875 г. 96, 98
Клейн Роман Иванович, 1858—1924 204

Клейншмидт Эрхл (Kleinschmidt E.), 1900 г. 291
Клеман Никола (Clément N.), 1779—1841 141, 145

Клемент Дюфосс (Clément J.), 1779—1844 19
Климанский П. П., 1866 г. 324

Клиппинг П., 1912 г. 354
Кинчт Теофили Иозеф Рудольф (Knietsch T. J. R.), 1854—1906 156

Кноп 83
Кнопиды 24

Койпер Вильям Александрович, 1871—1889 181, 182
Кольбозов Евгений Викторович, 1862—1918 304

Колюсов А. К. 170
Коэльбе Адольф Вильгельм Герман (Koibe A. W. H.), 1818—1884 143

Комаров Д. М., 1902 г. 412, 417
Коммеленский В. Н., нач. XX в. 385

Кондаков Иван Лаврентьевич, 1857—1931 196
Конрадтон Юрий Васильевич, 1907—1942 377, 441, 442

Контор Р. Д., 1915 г. 126
Консидер А. Р., 1889, 1902 гг. 208, 216

Константинов Константин Ивано-

вич, р. 1817, по др. данным 1919—ум. 1871 406, 407
Концелианс Д., 1910 г. 216

Корса Д., 1846 г. 237
Корислис Гюстава Гастар (Coriolis G. G.), 1792—1843 393

Корисс Джордж (Coriss D.), 1871—1888 47
Корншо Пюль (Cornu P.), 1907 г. 273

Косельс Вальтер (Kosel W.), 1888—1898 454
Косович Огнеслав (Пганатий) Стен-

Косович, 1851—1916 243
Котанен М. Ж., 1889 г. 203
Коульс братъ, 1884 г. 65

Коффен, 90-е гг. XIX в. 64
Котунов П. В. 170
Крафт Торичан Павлович, 1876—1953 373

Крац Карл (Craus K.) 1817—1871 408
Кратценштейн Христиан, 1770 г. 335

Кресс Вильгельм (Kress W.), 1846—1913 297
Криг Ф. Д. (Creed F. G.), 1871—1957 293

Кристоф П., 1899 г. 215, 216
Кро Шарль, 1877 г. 339, 342, 345
Кросс Карл Фредерик (Cross Ch. F.), 1855—1935 193, 194

Крукс Вильям (Crookes W.), 1832—1919 159, 308
Крылов Алексей Николаевич, 1863—1915 259, 373, 395, 400,

407, 419—415, 422, 424, 462
Кутане Ф., 1861 г. 207
Курье Жюль 210

Кузнецов Н., 1912—1913 г. 204
Кузнецов Н. Г., 1905 г. 236
Кузнецов Николай Николаевич, 1870 г. 121

Кузминский Павел Дмитриевич, 1840—1900 26, 237, 482
Кузнецов Н. М. 171

Кульман Карл (Culmann K.), 1821—1884 29
Кузьмер, 1856 г. 386

Курнуков Николай Семенович, 1860—1914 156, 402
Кутта В. (Kutta W.), 1867—1944 287

Кюблер (Kühler), 90-е гг. XIX в. 69
Кюльман Фридрих (Kuhlmann F.), 1803—1881 или 1882 169
Кюри Пьер (Curie P.), 1859—1906 446, 449

Лабюр Эммонд (Laborde E.), 1880 г. 292, 297
Лабюле Шарль Пьер (Laboulaye Ch. P.), 1813—1886 43

Лаваль Карл Густав Патрик (La-

val K. G. P.), 1845—1913 25, 26, 81
Лавуазье Антуан Лоран (Lavoisier A. L.), 1743—1794 133

Лаавер В. И., 1885 г. 97
Лаавер Петр Петрович, 1878—1942 373

Ламбрю, 1879 г. 341
Ламе Габриэль (Lamé G.), 1795—1870 410

Лангман (Летган) Самуил Пирюте (Langley S. P.), 1834—1896 376, 377, 382

Лангфюрд 292
Лангстон, 1892 г. 326
Ланчестер Ф. В. (Lanchester F. W.), 1848—1926 245, 288

Ланплас Пьер Симон (Laplace P. S.), 1749—1827 50
Лата, 1906 г. 255

Латам Хубер (Latham H.), 335
Латам У. (Latham W.), 1895 г. 335, 336

Латам Хубер (Latham H.), 1883—1912 276
Лауе Макс Феликс Теодор (Laue M.), 1879—1900 344

Лачинов Дмитрий Александрович, 1842—1903 37
Лебелес Александр Алексеевич, 1893—1969 374

Лебедев Владимир Александрович, 1878—1912 352, 353, 373, 377, 386, 448

Лебедев Сергей Васильевич, 1874—1934 197
Леблан Никола (Leblanc N.), 1742—1806 144, 145, 149

Лебоди (Leboudy), 1902—1906 гг. 283
Ле Буланже (Le Boulange), 1863 г. 406

Леваассер Леон (Levaassier L.), 1863—1922 271, 275
Леганге Г., 1909 г. 276

Лейбниц Готфрид Вильгельм (Leibniz G. W.), 1646—1716 385, 387, 389

Лейнер, 1878 г. 386
Лейнер Теодор (Leiner G.), 1897 г. 85

Лейон де Буабордан Поль Эмиль (Léon de Boisboudran P. E.), 1838—1912 138

Ленин Владимир Ильич, 1870—1924 3, 6—11, 13, 16, 39, 42, 67, 68, 72, 102, 116, 217, 222, 226, 227, 247, 248, 264, 328, 329, 338, 339, 403, 405, 443, 445, 446, 449, 450, 456—458, 460, 462—465

Ленуар Этьенн (Lenoir E.), 1822—1900 102, 238
Ленц Эмилий Христианович, 1804—1865 50, 64, 291, 407

Ленце 253
Леонард Вард (Leonard W.), 1892 г. 62
Леонардо да Винчи (Leonardo da Vinci), 1452—1519 270, 329

Лермонтова Юлия Всеволодовна, 1846—1919 186
Лерой Ж. А. 336

Ле Россиньоль Роберт (Le Rossignol R.), 1908 г. 165
Лессепс Фердинанд де (Lessops F. de), 1805—1894 240, 241

Лещинский Александрович, 1848—1893 181
Лехер Эрнст (Lecher E.), 1856—1926 308

Лехнер (Lechner), кон. XIX в. 87
Ле Шапелье Анри Луи (Le Chatelier H. L.), 1850—1936 136, 142, 165, 215

Либераан Карл Теодор (Liebermann C. T.), 1842—1914 399
Либих Юстус (Liebig J.), 1803—1873 143, 196

Либкехнехт Вильгельм (Liebknecht W.), 1826—1900 461
Ливеровский А. В., 1902—1904 гг. 261

Ливчик Иосиф Николаевич, 1839—1914 234
Литин Василий Николаевич, 1846—1900 44

Линдос Александр Павлович, 1853—1919 175
Лилленталь Отто (Lilienthal O.), 1845—1896 271—273, 284

Линде Карл (Linde C. von), 1842—1914 167
Липковский О. О., 1897 г. 226

Лисбе (Lisbe), 2-я пол. XIX в. 85
Листинг Иоганн Бенедикт (Listing J. B.), 1808—1882 368

Липшиц Семен Яковлевич, 1902 317
Лово Д. (Lovejoy), 1902 г. 159

Лодж Олвер Джордес (Lodge O.), 1851—1940 79, 308—310, 4
Лоджиган Александр Николаевич, 1847—1923 54, 55, 66

Лоран Э., 1846 г. 237
Лолетт Артур Фердинандович, 1868—1938 208

Ломан Г. (Loman H.), 1914 127
Ломоносов Михаил Васильевич, 1711—1765 133, 312, 365

Лоран Омюст (Laurent A.), 1807—1853 189

Лоренц А. (Lorenz A.), 2-я пол. XIX в. 101
 Лоренц Генрих Антон (Lorentz), 1853—1928 446
 Луи Мишель (Louis M.) 266
 Луизианский Петр Иванович, 1894—1954 352
 унне Георг (Lunge G.), 1839—1923 155
 Лундквист Ф. (Lundkvist), 1893 г. 307
 Луппс М. (Luppis M.), 1866 г. 422
 Любокс Гальбер Ньютон (Lewis G. W.), 1875—1946 454
 Лэнгли Сэмюэл (Langley S. P.), 1834—1906 271, 273, 275
 Любомир И. И. 151, 152, 219
 Любомир Луи Жан (Lumière L. J.), 1864—1946 322, 335—337
 Люмьер Огюст (Lumière A.), 1862—1946 322, 335—337
 Лурман Фриц (Luttmann F.), 1838—1919 111
 Лув А. (Love A.), 1863—1940 283
 Маер, 1890 г. 357
 Мавесский Николай Владимирович, 1823—1892 406—408, 410
 Майер Берхгард (Meyer B.), 1872 г. 294
 Майер Юстус Роберт (Mayer J. R.), 1814—1878 334
 Майнелль Альберт Абрахам (Maine A. A.), 1852—1931 351, 372
 Маюрна Квирина (Majorana Q.), 1904 г. 317, 381
 Макаров Степан Осипович, 1848—1904, 239, 411—413, 422, 423
 Макintosh Чарльз (Makintosh Ch.), 1766—1813 195
 Мак-Кинли 111
 Мак-Кинли Эдвард (McKinlay E.), русский XIX в. 90, 93
 Макнелли Джеймс Клерк (Maxwell J. C.), 1831—1879 214, 216, 290, 291, 308, 377, 442, 448, 455
 Максим Хаберн Стюарт (Maxim H. C.), 1840—1916 244, 270, 284, 285, 316
 Максимов И. Ф. 423
 Мак-Тавиш, 1879 г. 306
 Маллет Анатоль (Mallet A.), 1837—1919 225
 Маллет Жан Григорьевич, 1853—1923 216
 Малмберг, 1870 г. 379, 380
 Мангейм Амеде (Mannheim A.), 1831—1906 43
 Маннесман Макс (Mannesmann M.), 1857—1915 123

Маннесман Рейнхард (Mannesmann R.), 1856—1922 123
 Марей Этьенн Жюль (Marey E. J.), 1830—1904 331
 Марковников Владимир Васильевич, 1837—1904 186
 Маркони Гульельмо (Marconi G.), 1874—1937 313, 314, 448
 Маркс Адольф Федорович, 1838—1904 328
 Маркс Карл (Marx K.), 1818—1883 3, 6, 18, 13, 53, 58, 68, 192, 217, 405, 415, 444, 459, 461, 462
 Маркус Зигфрид (Marcus S.), 1831—1898 443
 Марр Жакко де (Marre J. de) 410
 Мартен Пьер (Martin P.), 1824—1915 120, 121
 Мартин, 1850 г. 226
 Матвеев, 1872 г. 226
 Мах С. (Mach L.) 284
 Махальский Г. 303
 Махалин Иван Иванович, 1920 г. 329—331
 Мейер Виктор (Meyer V.), 1843—1897 188
 Мейсснер Александр (Meissner A.), 1833—1958 319, 320
 Меллонни Манделино (Melloni M.), 1835 г. 375, 377, 381
 Мемме Р. (Mehnke R.), 1889 г. 204, 393
 Менделеев В. Д., 1911—1915 г. 429, 430
 Менделеев Дмитрий Иванович, 1836—1907 10, 46, 107, 137—139, 151, 158, 182, 183, 184, 202, 281, 282, 283, 358, 359, 366, 407, 409, 417, 444—446, 450, 453, 454
 Мендель Грегор Иоганн (Mendel), 1822—1884 447, 448
 Меншутин Николай Александрович, 1842—1907 140
 Мергенталер Отмар (Mergenthaler Otomar), 1854—1899 326
 Меркхале Э. 381
 Мершальс Николай Иванович, 1856—1898 415
 Мешеряк Павел, 1904 г. 100
 Мериот Ф., 1912 г. 216
 Мессенджер Иван Всеволодович, 1859—1895 437
 Милухо-Маклай Николай Николаевич, 1846—1888 342
 Миллер Оскар фон (Miller O. von), 1853—1934 63
 Миллинен Роберт Эндрус (Millikan R. E.), 1868—1953 352
 Минчина Николай (Minchina G.), 1845—1914 308
 Минтвич Владимир Федорович, 1872—1951 79, 161, 162

Миттас Альвин (Mittasch A.), 1869—1942 369
 Митчелл (Mitchell), 1855 г. 411
 Митчелли Эдвард (Mitchelli E.), 1794—1863 134, 141
 Михаэлис Л. (Michaelis L.), 215
 Мичаэл Дж. (Michael J. H.), 1863—1940 383
 Модсли Генри (Maudslay H.), 1771—1813 19
 Можайский Александр Федорович, 1823—1890 384—270, 285
 Моис, 1845 г. 257
 Мосли Генри Ганс Джеффри (Mosley H. G. J.), 1887—1915 354, 452
 Мой Томас (Moу T.), 1875 г. 267
 Монж Гаспар (Monge G.), 1746—1818 136
 Монсель Теодор А. дю (Moncel T. A.), 1821—1884 299
 Монье Жозеф (Monier J.), 1823—1906 202, 203, 207, 208
 Мор Отто (Mohr O.), 1833—1918 45
 Морве Густав де (Morveau G. de), 1737—1816 254
 Морган Е. С. (Morgan E. S.), 1910 г. 92, 93
 Морган Томас Хант (Morgan T. H.), 1866—1945 448
 Морган Чарльз Хилл (Morgan Ch. H.), 1886 г. 123
 Морлей Вильям Моррис (Morley W. M.), 1856—1938 38
 Морзе Сэмюэл Филлип Брис (Morse S. F. B.), 1791—1872 290, 308, 314, 379
 Моррисон В. (Morrison W.), 1863 г. 36
 Морозов Юрий (Георгий) Иванович, 1869 г. 292, 297, 302
 Мосин Сергей Иванович, 1849—1902 416
 Мосцицкий Казант Аполлинарич, 1887 г. 306
 Моте Т. 107, 1871 г. 169
 Муассан Анри (Moissan H.), 1852—1907 65, 143
 Мурдаль Вильям (Murdock W.), 1754—1839 188
 Муррей Дональд (Murray D.), 1901 г. 291
 Муспрайт Джеймс (Muspratt J.), 1773—1886 146
 Мухометов Николай Иванович, 1891—1924 214
 Мышенков, 1874 г. 260
 Мушье Д. (Mushele D.) 356
 Мушье И. И. 1832 г. 236
 Мюллер Чарльз Бленфорд (Muller Ch. B.), 1810—1855 189
 Мюбридж Э., 1870 г. 331

Мюллер Рейнгольд (Muller R.), 1857—1939 45
 Мюллер—Бреслау 252
 Мюльбах, 1990 г. 345
 Мюрк (Mürk), 2-я пол. XIX в. 99
 Навье Луи Мари Анри (Navier L. M. H.), 1785—1836 283
 Нарогский Валдислав Михайлович, 1895 г. 304
 Найт, 1884 г. 230
 Натансон Михаил Петрович, 1869—1938 425
 Натансон Якуб (Natanson J.), 1832—1884 198
 Негро Сальваторе датань (Negro S. datan), 1768—1839 51
 Невосильский Сергей Сергеевич, 1850—1940 268, 455
 Нейман Франц Эрнст (Neuman F. E.), 1798—1895 209
 Некрасов В. П., 1907 г. 208
 Нейсба Тохма, р. 1865—г. см. нецв. 100
 Непер Джон (Napier J.), 1550—1817 392
 Нерия Пьер Луиджи (Nervi P. L.), р. 1891 216
 Нерист Вальтер Фридрих (Nernst W. F.), 1844—1914 142, 165, 179
 Несмат Джеймс (Nasmyth J.), 1808—1890 19
 Нестеров Петр Николаевич, 1887—1914 276, 280
 Нееф 292, 299
 Никифоров А. К., 1916 г. 345, 346
 Николай Леопольд Федорович, 1844—1908 261
 Никольс Ф. Ч., 1860—1926 378
 Николсон Вильям (Nicholson W.), 1753—1815 64
 Николсон Д. (Nicholson), 1850 г. 225
 Нобель Альфред Бернхард (Nobel A. B.), 1833—1896 85, 417
 Нобель Людвиг (Nobel L.), 1831—1888 238
 Нобль Андрей (Noble A.), 1831—1915 409, 410
 Нонцзин Александр Александрович, 1898 г. 204
 Ньютон Исаак (Newton I.), 1643—1727 283, 289, 365, 439
 Оберт Герман (Oberth N.), р. 1894 437, 439, 441
 Обри Людвиг (Obri L.), 1898 г. 422
 Оделмар (Audemar), 70-е гг. XIX в. 97
 Одишнов А. И., 1905 г. 236
 Ондер Вильгельм Теофилович, 1843—1905 887, 388

Окнерман Р., 80-е гг. XIX в. 120, 135, 137
 Олде Р. Е. 243
 Олшлагер Эрнст (Olshlager E.), 1896 г. 319
 Охн Георг Симон (Ohm G. S.), 1787—1854 297
 Опенхейф, 1827 г. 392
 Орлов Иван Иванович, 1861—1928 326
 Осальши Петр Семенович, 1866—1943 234
 Осмонд Флорис (Osmond F.), 1849—1912, 136, 137
 Оствальд Вильгельм Фридрих (Ostwald W. F.), 1853—1932 239, 141, 169
 Остроградский Николай Васильевич, 1801—1861 407
 Остромельский Иван Иванович, 1830—1939 107
 Отред В. (Oughtred W.), 1574—1650 392
 Отто Николай Август (Otto N. A.), 1832—1891 26, 243, 270
 Отто Ф. 111
 О'Тул Эдвард (O'Tool E.), 1896 г. 93, 94
 Оуэнс Дж. (Owens J.) 7
 Охорович Юлия (Ochowitz), 1850—1917 204
 Павленков Флорентий Федорович, 1839—1900 328
 Павлов Михаил Александрович, 1863—1958 134, 135
 Папушито Семет Васильевич, 1856—1891 407
 Пангеллес Лотчин Федорович, 1840—1919 327
 Панкович Петр Федорович, 1887—1846 413
 Пароди (Parodi) 31
 Парр, 1896, 1901 г. 87
 Парри (Parry W.), 1850 г. 111
 Паррот 400
 Парсваль А. 282
 Парсонс Чарльз Алджернон (Parsons Ch. A.), 1854—1931 26, 77, 81, 237, 422
 Парtridge C. (Partridge S.), 392
 Парнер, 1900 г. 345
 Паскаль Блез (Pascal B.), 1623—1662 286
 Пастуков Николай Петрович, 1870 г. 115
 Пате Ил, 1914 г. 338
 Патетин, 1885 г. 386
 Патон Евгений Александрович, 1870—1953, 233, 236
 Паули Вольфганг (Pauli W.), 1900—1958, 454

Паули Г., 1897 г. 193
 Паульсен Вольдемар (Poulsen V.), 1869—1942 317, 342, 344
 Пауэр 391, 392
 Пачинотти Антонио (Pacinotti A.), 1841—1912 50, 52
 Пашкевич В. А., 1886 г. 284, 409
 Пеан де Сен Жиль Леон (Pean de St. Gilles L.), 1832—1863 140
 Перу Адольф (Peroud A.), 1889—1915 276, 287
 Пейдж Чарльз Графтон (Paget Ch. G.), 1812—1858 296, 298
 Пенкер О., 1829 г. 243
 Пелле 169
 Пелуза Теодор Жюль (Pelouze T. J.), 1807—1867 169
 Пельтон Лестер Аллан (Pelton L. A.), 1829—1908 83, 84
 Пеню Альфонс (Penaud A.), 1850—1880 266, 284
 Передерий Григорий Петрович, 1871—1953 255
 Перелешин Яков Николаевич, кон. XIX в.—нач. XX в. 373, 40
 Перкин Вильям Генри (Perkin W. H.), 1838—1907 198
 Перре Огюст (Perret A.), 1874—1954 204
 Перрот, 1859 г. 260
 Петерсен В. (Petersen W.), 1914 80
 Петр I 239
 Петриканя Франциск Адам (Petrikania F. A.), 1799—1855 295, 299, 299
 Петров Василий Владимирович, 1761—1834 53, 61, 130
 Петров Григорий Семенович, 1886—1957 195
 Петров Николай Павлович, 1836—1920 46
 Петрович Михайло (Petrović M.), 1868—1943 393
 Петрумевский Василий Фомич, 1829—1891 46
 Петрушевский Федор Фомич, 1821—1904 259
 Петсваль Йозеф (Petval), 1807—1891 366, 367
 Пик Франк Вильям (Peck F. W.), 1910—1914, 1920—1939 7
 Пиксар А. (Piscard), 1885 г. 9
 Пиксин Имполит (Pixil I.), 1838 г. 50, 52
 Пильнер Перси Синклер (Pilsner P. S.), 1868—1892 27
 Пиблери Ф. (Piobert G.), 1793—1840, 409
 Пиршонский Федор Аполлонович, 1843—1898 57, 228, 229

Пис Вильям (Pease W.) 2-я пол. XIX в. 873
 Писон, 1853 г. 230
 Писанк Мано Карл Эрнст Людвиг (Plasank M.), 1858—1947 377, 446—448, 451, 453
 Писсегордс Моган Кристиан (Pissagordt J. Ch.), 1798—1877 291
 Погудорский Н., 1904 г. 418
 Поленов Константин Павлович, 1833—1908 112
 Полянов Н., 1900 г. 327
 Полянов-Ковтунов Феодосий Анисимович, 1907, 1908 гг. 91, 92
 Понседе Жан Виктор (Poncelet J. V.), 1788—1857 410
 Попов Александр Степанович, 1856—1905 308—316, 418
 Попов Андрей Александрович, 1821—1898 420
 Пороховников А. А., 1915 г. 429
 Порт Уильгельм В., 1813—с. 390, нем. 390
 Порта Джузеппе Джузеппе делья (Porta J. V. della), 1545—1615 329
 Портевин А. (Portevin A.), 1880—1922 127
 Потте В. Ф., 1913 г., 364
 Поттс Л. М. (Potts L. M.), 1900 г. 291
 Пуш Ф. У., 1895 г. 336
 Пуш 244
 Рандольф Людвиг (Randall L.), 1849—1953 274, 284, 288, 289
 Рандольф (Randall L.), XIX в. 289
 Рендольф Людвиг, 1874 г. 289
 Рейнакс С. С., 1928 г. 352
 Рее Вильям (Reese W.), 1834—1913 308, 313
 Реевиль Джек (Priestley J.), 1833—1894 159
 Рейсхуис Лавр Дмитриевич, 1888—1926 222, 255
 Рейсхуисов Михаил Михайлович, 1874—1930 99, 101
 Реез Лодовик Лун (Proust J. L.), 1857—1828 133
 Рейнакс Жюль Анри (Poincaré G. H.), 1834—1912 378
 Рейсхуис Н. П., 1912 г. 245
 Риппи Михаил (Ripin M.), 1858—1935 308
 Риппи Т. 203, 204
 Риппи Василий Степанович, 1823 121
 1824—1892 124
 Риппи Виктор Иванович, 1833—1891 235, 255
 Риппи Моган (Radinger J.), 1842—г. см. нем. 45
 Райт Вайлор (Wright W.), 1867—1912 273—276, 278, 284
 Райт Орвилл (Wright O.), 1871—1948 273—276, 278, 284
 Райт Франц Ллойд (Wright F. L.), 1869—1959 204
 Рамбогг Д. (Ramsbottom J.), 1880 г. 123
 Рамзай (Рамсей, правильное Рамзи) Вильям (Ramsay W.), 1852—1916 10, 11
 Ранкин (Ранкин) Вильям Джон Макгюри (Rankin W. G. M.), 1820—1872 252
 Расселл Бертран (Russell B.), 1872—1970 452
 Рато А. (Rateau C. A. E.), 1863—1930 97, 298
 Ратчет (Ratchett), 2-я пол. XIX в. 85, 86
 Раушер Владимир Карлович, 1813—1880 219
 Раутиовский Владимир Иосифович, 1876—1939 407
 Ребинг Вашингтон Аугуст (Rebsing W. A.), 1837—1926 250
 Ребизин Агнес (Rébal N.), 1828—1896 45, 469
 Реерфорд Эрнест (Rutherford E.), 1871—1937 446, 450—452, 455, 456, 458
 Рейнольдс Джон Н. (Reynolds J. N.), 1913 г. 307
 Рейнольдс Обори (Reynolds O.), 1842—1912 289
 Рейс Моган Филипп (Reis J. Ph.), 1834—1874 292, 298—301
 Рейс Р. К., 1811 г. 395
 Рейс Франц (Reulaux F.), 1829—1905 445
 Рейсфельдт П., 1912 г. 132
 Рентген Вильгельм Конрад (Röntgen W. C.), 1845—1923 354, 445, 447
 Реомюр Рене Антуан (Réaumur R. A.), 1683—1757 120, 132, 193
 Рехлинг 66
 Реншторф Альфонс Александрович, 1847—1904 126
 Ринга Франц (Rijha F.), 1887 г. 190
 Риги Аугусто (Righi A.), 1850—1921 100
 Рид В. 413
 Рисульберг Ф. ван 203
 Риттер А. (Ritter A.), сер. XIX в. 253, 254
 Ритчи Л., 1904 г. 371
 Рихман Георг Вильгельм, 1714—1753 312
 Рихтер Иеремия Вениамин (Richter I. W.), 1762—1807 133
 Ричи Джорж (Ritchey G. W.), 1864—1945 362
 Ричи Вильям (Ritchie W.), 1790—1837 81
 Роберт Лун, 1799 г. 323
 Робертс (Roberts), 1905 г. 179
 Робертс Ричард (Roberts R.), 1789—1864 19
 Робертс-Аустен (Робертс-Остен) Вильям Чендлер (Roberts-Austen W. Ch.), 1843—1902 136
 Робертсон Этьен, 1797, 1831—1833 гг. 329—331
 Роденгаузен 66
 Роджер Питер (Rodger P.) 321
 Роджерс, 1888 г. 326
 Родригесовский Дмитрий Сергеевич, 1875—1940 369, 374, 402
 Родомонд Хендрикс Вильям Ванхисе (Rodeboom H. W. B.), 1854—1907 136
 Роинг Борис Львович, 1869—1933 462
 Роланд Э. (Rolland E.) 147
 Романовский Гемпидий Давидович, 1830—1906 103
 Ромерсгаузен Э. (Romershausen), 1838 г. 298
 Росс, 1873 г. 376
 Руландт И. А., 80-е гг. XIX в. 161
 Ругольф Пауль, 1891, 1902 гг. 367
 Румкорф Генрих (Ruhmkorff H.), 1803—1877 311
 Румкер Э., 1901 г. 327
 Руссель Вильям (Russell W.), 50-е гг. XIX в. 145
 Рыбин Петр Николаевич, 1864—1948 316
 Рыкачев Михаил Александрович, 1840—1919 283, 284
 Райлей Джон Вильям (Rayleigh J. W.), 1812—1919 159, 285, 289, 316, 367, 377
 Рюльман Моритц (Rühlmann M.), 1811—1896 45
 Сабинин Г. X., 1910—1911 г. 288
 Савар Феликс (Savart F.), 1791—1841 50
 Савори, 50—60-е гг. XIX в. 36
 Савонно, 1872 г. 226
 Салливан Луиз Генри (Sullivan L. H.), 1856—1924 230
 Сальверс Э., 1931 г. 220
 Самойлов Алексей Доминикович, ок. 1855-г. см. нем. 336
 Самнер, 1890 г. 357
 Самовий И., 1885 г. 216
 Самойлов Александр Васильевич, 1790—1859 396
 Санто-Дюмон Альберто (Santost-Dumont A.), 1873—1932 274, 275, 276, 282
 Саломоников Алексей Васильевич, 1863—1935 407
 Сарро Ж. Р. (Sarraay J. R.), 1837—1904 409
 Свинбери Д. (Swinburne), 80—90-е гг. XIX в. 59, 63
 Свободный Федор Михайлович, ок. 1790—1829 345
 Свон Джон Уильям (Swan J. W.), 1828—1914 54, 193
 Седерин Василий Михайлович, 1765—1826 361
 Сен-Роберт Поль (Saint-Robert P.), 1864—1865 гг. 411
 Сент-Клер Девиль Анри Этьен (Sainte-Claire Deville H. E.), 1818—1881 129
 Сергеев В. Г., 1860 г. 54
 Серло Л. (Serlo L.), 80-е гг. XIX в. 101
 Серпин 164
 Сефторн Нильс Габриель (Sefstorn N. G.), 1787—1845 236
 Селачи Франческо (Sclacsi F.), 1892 г. 406
 Сидоров Анатолий Иванович, 1869—1931 45, 46
 Сикеймов Игорь Иванович, 1889—1972 278, 280, 428
 Силлиман Бешаман (Silliman Benjamin), 1779—1864 101
 Силвестр Демис Дикосеф (Syvester J.), 1814—1897 44
 Симеус Вильгельм (Siemens W.), 1823—1883 120, 130
 Симеус Фридрих (Siemens F.), 1828—1894 279
 Симеус Эрнст Вернер (Siemens E. W.), 1819—1892 32, 61, 65, 66, 228, 291, 292, 295, 299
 Симон Г., 1897 г. 379
 Сколовская-Кюри Мария (Skłodowska-Curie M.), 1867—1934 446, 449
 Скобелыч Владимир Владимирович, 1863—1897 312
 Снотт Леон, 1857 г. 329
 Снотт Тарль Фестон (Scott G.), в 1864-г. см. нем. 78
 Спюччиоли Александр Александрович, 1874—1960 86, 99, 101
 Стерича Франк, 1873—1947 100
 Скрудер 1893 г. 326
 Слаби Альфред Карл (Slaby A.), 1849—1913 308, 314
 Славнов Николай Гаврилович, 1854—1897 64, 65
 Слесарев Василий Априанович, 1884—1921 278, 289, 428
 Слоан Т. (Sloan T.), XIX в. 22
 Сломанский Зиновий Яковлевич (Ханн Зелли), 1810—1904 285, 295
 Смирнов Н. Д., 1928 г. 345, 346
 Смит Оберлин, 1888 г. 342
 Смит С. Р. (Smith S. R.), 1901 г. 291
 Смит У., 1873 г. 382
 Снайдер К. (Snijder), в 1869—г. см. нем. 457
 Содди Фредерик (Soddy F.), 1877—1956 446, 452, 453
 Сокийн Петр Петрович, 1882—1938 328
 Содаиновы Козьма Терентьевич, 1818—1901 328
 Солинова Андрей Андреевич, 1860—1928 407
 Сольве Эрнест Гастон (Solway E.), 1838—1922 146, 153
 Сольдаты Н. 286
 Соммеве Герман (Sommeiller G.), 1815—1871 262
 Сомаев Павел Осипович, 1852—1919 44
 Сорби Генри Кимфорт (Sorby H. C.), 1826—1908 136
 Спарр М. де (Sparre M. de), кон. XIX—нач. XX вв. 408
 Спенсер Христофор Майер (Spengler Ch. M.), 1833—1922 22
 Спрэг Франк (Sprague F. J.), 1897 г. 232
 Стасиславский Константин Сергеевич, 1863—1938 127
 Стассано Эрнест (Stassano E.), 1859—1922 139—142
 Стевенс Джон (Stevens J.), 1749—1828 257
 Степун Иван Иванович, 1911 г. 276, 278
 Стенли (Stanley), 1880 г. 90
 Стенли Вильям (Stanley W.), 1858—1916 59
 Степанов В. А. 423
 Стефан Йозеф (Stefan J.), 1835—1893 377
 Стефенсон Джордж (Stephenson G.), 1781—1848 224
 Стефенсон Роберт (Stephenson R.), 1828—1858 230, 252, 253
 Стиелес Томас Иоаннес (Stielljes T.), 1856—1894 293
 Стиллинг, 1894 г. 88
 Стилрод Джек Барнер (Stearns J. B.), 1871 г. 296
 Стокс Джордж Габриель (Stokes G. G.), 1819—1903 233, 354
 Столетов Александр Григорьевич, 1839—1896 308, 341, 352, 364, 378
 Стопановский Александр Александрович, 1884 г. 304
 Стрингфелло Джон (Stringfellow J.), 1799—1883 265, 267
 Струуджер Алтон Б. (Stroweger A. B.), 1889, 1892, 1895 гг. 306, 307
 Струбинский Владимир, 1863 г. 294
 Струве Василий Яковлевич, 1793—1863 338, 339
 Струве Отто Васильевич, 1819—1905 399, 400
 Суворин Алексей Сергеевич, 1834—1912 328
 Судр В., 1828 г. 297
 Сытин Иван Дмитриевич, 1851—1934 128
 Тавризов А. А., 1873 г. 182, 183
 Талапал А., 1903 г. 385
 Тампли Феликс дю (Temple F. du), 1823—1890 266, 267
 Тарран Роберт (Tarrant R.), 1896 г. 308
 Татен Виктор (Tatin V.), 1843—1913 268
 Таун 248, 252
 Такер 202
 Тейлор Ф., 1918 г. 372
 Тейлор, 1893 г. 367
 Тейлор Дж., 1917 г. 214
 Тейлор Фредерик Вилсоу (Taylor F. W.), 1856—1915 6, 8—10, 23, 24, 42, 246, 453, 462
 Телленбург Гиррих (Tellingburg H.), 80-е гг. XIX в. 101
 Телесмон Николай Афанасьевич, 1828—1895 266, 267
 Тельский С. И., 1916 г. 66
 Тенар Лун Жан (Thénard L. J.), 1777—1857 53, 134, 141, 179
 Терингер Александр Митрофанович, 1873—1959 88, 101
 Тесла Никола (Tesla N.), 1856—1943 59, 72, 308, 317, 387
 Теймард Л., 1901 г. 387
 Тейер (Thiescher), 1881 г. 392
 Тильден Вильям Августус (Tilden W. A.), 1842—1926 196
 Тизе Иван Августович, 1838—1922 24, 31, 96, 96, 97, 101
 Тихиравен Дмитрий Аркадьевич, 1837—1903 234
 Тихменко Иосиф Андреевич, 1852—1924 306, 366
 Тир И. Д., 1923 г. 378
 Тисе И. Л., 1913 г.
 Тиссо Н. (Tissot C.) 314
 Тихвицкий М. М., 1914 г. 108
 Тихомиров В. А., 1883 г. 175

Синто-Дюмон Альберто (Santost-Dumont A.), 1873—1932 274, 275, 276, 282
 Саломоников Алексей Васильевич, 1863—1935 407
 Сарро Ж. Р. (Sarraay J. R.), 1837—1904 409
 Свинбери Д. (Swinburne), 80—90-е гг. XIX в. 59, 63
 Свободный Федор Михайлович, ок. 1790—1829 345
 Свон Джон Уильям (Swan J. W.), 1828—1914 54, 193
 Седерин Василий Михайлович, 1765—1826 361
 Сен-Роберт Поль (Saint-Robert P.), 1864—1865 гг. 411
 Сент-Клер Девиль Анри Этьен (Sainte-Claire Deville H. E.), 1818—1881 129
 Сергеев В. Г., 1860 г. 54
 Серло Л. (Serlo L.), 80-е гг. XIX в. 101
 Серпин 164
 Сефторн Нильс Габриель (Sefstorn N. G.), 1787—1845 236
 Селачи Франческо (Sclacsi F.), 1892 г. 406
 Сидоров Анатолий Иванович, 1869—1931 45, 46
 Сикеймов Игорь Иванович, 1889—1972 278, 280, 428
 Силлиман Бешаман (Silliman Benjamin), 1779—1864 101
 Силвестр Демис Дикосеф (Syvester J.), 1814—1897 44
 Симеус Вильгельм (Siemens W.), 1823—1883 120, 130
 Симеус Фридрих (Siemens F.), 1828—1894 279
 Симеус Эрнст Вернер (Siemens E. W.), 1819—1892 32, 61, 65, 66, 228, 291, 292, 295, 299
 Симон Г., 1897 г. 379
 Сколовская-Кюри Мария (Skłodowska-Curie M.), 1867—1934 446, 449
 Скобелыч Владимир Владимирович, 1863—1897 312
 Снотт Леон, 1857 г. 329
 Снотт Тарль Фестон (Scott G.), в 1864-г. см. нем. 78
 Спюччиоли Александр Александрович, 1874—1960 86, 99, 101
 Стерича Франк, 1873—1947 100
 Скрудер 1893 г. 326
 Слаби Альфред Карл (Slaby A.), 1849—1913 308, 314
 Славнов Николай Гаврилович, 1854—1897 64, 65
 Слесарев Василий Априанович, 1884—1921 278, 289, 428

Тыщенко Вячеслав Евгеньевич, 1861—1941 402
Тодатханкут, 1904 г. 194
Томас Федор Васильевич, 1871—1898 416
Толстой Лев Николаевич, 1828—1910 341
Томас Карл (Thomas C.), 1785—1870 385
Томас Сидни Джекхрист (Thomas S. D.), 1850—1885 118, 119
Томпсон Луис (Thompson L.), 1839 г. 163
Томпсон Л. (Thompson R. W.), 1845 г. 242
Томсен Ханс Петер Юрген Юльевич (Thomsen H. P. J. J.), 1826—1909 142
Томсон Джозеф Джон (Thomson J. J.), 1856—1940 446, 449, 454
Томсон Иакин (Thomson E.), 1853—1937 64, 65, 76, 77, 79
Томсон (Кельвин) Вильям (Thomson W., Lord Kelvin), 1824—1907 458, 491, 377, 278
Торн Рене (Thory R.), 1884 г. 230
Торнау Н. Е., 1859 г. 181
Траубридж Д. (Troubridge), 1843—1923 308
Тревистик Ричард (Trevithick R.), 1771—1833 207
Тредголд Томас (Tredgold T.), 1788—1829 253
Треска 24
Троцкий Дмитрий Семенович, 1871—1833 207
Трофинов В. М. 407, 411, 413
Труве Гастон (Trousse G.), 1830 г. 100
Трунц Л. (Trousset L.), 1891 г. 386
Тэттл Д. К. (Tuttle D. K.), 2-я пол. XIX в. 169
Тейнтер Ч. С. (Tainter S.), 1886 г. 342, 343
Тюри Рена (Thury R.), 1860—1938 74

Уайт, 1898 г. 23
Уайтхед Роберт (Whitehead R.), 1825—1905 422
Уатт Джеймс (Watt J.), 1736—1819 37, 47, 96, 236
Уингет Эммуа (Wingate E.), 1-я пол. XVII в.
Уитни Эдмунд (Whitney E.), 1765—1829 29
Уинстон Чарльз (Wheatstone C.), 1802—1875 291, 292, 296, 298, 302
Умюв Николай Алексеевич, 1846—1915 373

Уокер (Woker), кон. XIX — нач. XX вв. 399
Уолкер Т. (Walker T.), 1801 г. 267
Уорд В. Е. 1875 г. 207
Урбан (Urban), 1891 г. 193
Урбула Иван Яковлевич, 1877 г. 401, 402
Усатин Иван Филиппович, 1855—1919, 58, 341
Ушников Петр Кампонович, 1839—1897 156, 173
Ушнхем Ф. 284

Фабян (Fabian) 163
Фаворский Алексей Евграфович, 1860—1945 197
Фавр, 1872 г. 257
Фарадей Майкл (Faraday M.), 1791—1867, 50, 52, 64, 141, 189, 196, 443
Фарбер Фердинанд (Farber F.), 1862—1909 271, 274
Фарман Атан (Farman H.), 1874—1938, 252—276, 278
Фармер Томас Герард (Farmer M. C.), 1820—1898 294
Фаун А. (Fauch A.), 80-е гг. XIX в. 101
Фаулер, 1883—1890 гг. 230
Фаулер Джон (Fowler J.), 50—60-е гг. XIX в. 36
Фажанс Казимир (Fajans K.), 1887—1975 452
Федоров Владимир Григорьевич, 1874—1906 416
Федоров Вадим Степанович, 1853—1919 213
Федоров Михаил Михайлович, 1867—1945 101
Федоров Н. П., 1868 г. 407, 409
Федотьев Павел Павлович, 1864—1934, 151, 175
Фельд Е. Д. (Feld E. D.), р. 1861 — г. см. псевд. 388
Фенпал А., 1859 г. 267
Ферри Р., 1891, 1897 г. 214
Ферранти Себастьян Пинадье (Ferranti S. C.), 1850—1939 58, 77
Феррарис Галилло (Ferraris G.), 1847—1897 59
Ферье Гюстав (Férré G.), 1868—1932 314
Фессендан Реджинальд Обри (Fessenden R.), 1866—1932 317, 318
Физик Арман Ипполит Луи (Fizeau A. H. L.), 1819—1896 450
Филд Стефан Д. (Field S. D.), 1883 г. 230
Филлипс Г. 284, 285

Филипп Перегрин (Phillips P.), 1831 г. 141, 154, 155
Финци Г. (Finzi G.) 266
Фишер Отто (Fischer O.), 1878 г. 198
Фишер Эмиль (Fischer E.), 1852—1919 198
Флеминг Джон Амброз (Fleming J. A.), 1849—1945 318
Фогель Герман Карл (Vogel), 1841—1907 371
Фонтен Ипполит (Fontaine), 1823—1910 50, 57
Форд Тейлор (Ford H.), 1863—1947 г. 10, 34, 41, 243, 245, 246
Франк Альберт (Frank A.), 1834—1916 163
Франк Альберт (Frank A.), 1801 г. 163
Франкланд Оуард (Frankland E.), 1825—1899 143, 411
Фраунгофер Йозеф (Fraunhofer J.), 1787—1826 348, 369
Фреберг-Кондратьев Генрих Андреевич, 1854—1944 397, 398, 406, 407
Фреберг Михаил (Моисей) Филиппович, 1858—1920 306, 307, 336
Фрейсман Ионен (Freysmann E.), 1819—1962 204, 212, 213, 218
Фремерри, 1891 г. 193
Френель Огюст Жан (Fresnel A. J.), 1788—1827 274, 372
Френкс Джеймс Батчло (Francis J. B.), 1815—1892, 82, 83
Фридрих Вальтер (Friedrich W.), 1883—1968 354
Фриц Джон (Fritz J.), 1822—1913 123
Фришкен Карл (Frischen K.), 1854 г. 295
Фроман Поль Гюстав (Froment P.), 1818—1865 51, 299
Фруд В. (Froude W.), 1810—1879 413
Фуюн Жан Вернар Леон (Foucault F.), 1819—1868 55, 250, 377
Фурье Жан Баптист Жозеф (Fourier J. B. S.), 1768—1830 393
Фуллер 392
Фуос Р. 373

Хазельвандер Фридрих Август (Hazelwanger F. A.), 1859—1932 59
Хайтс Джон (Hyatt J. S.), 1869 г. 194
Халлет Т., 1870 г. 207
Хаммонд Г. 1920—1925 г. 382
Ханаман Ференц (Hanamann F.), 1878—1941 55

Харгрев Лоуренс (Hargrave L.), 1850—1915 268, 272, 274
Харт, 1896, 1901 гг. 317
Хатенни М., 1938 г. 216
Хвольсон Орест Давидович, 1852—1934 303, 308
Хевисайд Оливер (Heaviside O.), 1850—1925 318
Хейнс, 1907 г. 23
Хемминг Джон (Hemming J.), 1838, 1840 гг. 146
Хенсон Вильям Хьюмз (Henson W. S.), 1805—1885 265
Хенффер К. (Höfner C.), 1884 г. 173
Хиллард Джон, 1908 г. 77
Химли Ф. К. (Himly F. C.), 1835 г. 196
Хиорт Серен (Hjort S.), 1801—1870 52
Ходкинсон Итон (Hodkinson E.), 1789—1861 253
Холдей, 1884 г. 406
Холден Д., 1888 г. 226
Холлер Карл Мартин (Hall Ch. M.), 1863—1914 130
Холиел Александр Лунен (Holley A. L.), 1871 г. 123
Хоткинсон М. С., 1833 г. 330
Хохштедтер М. (Hochstädter M.), 1913 г. 78
Хрущов Алексей Петрович, 1806—1875 219
Худинюв Петр Кондратьевич, 1858—1935 45, 211, 213
Хьюлетт Оуард М. (Hewlett E. M.), 1898, 1906 гг. 77, 78

Цандер Фридрих Аргутювич, 1887—1933 407, 439, 442
Цейс Карл Фридрих (Zeiss K. F.), 1816—1888 364, 372, 393—395
Цемлинский К., 1909 г. 215, 379
Цемпельн Фердинанд (Zerpelin F.), 1830—1917 282
Цинцингер К., нач. XX в. 379
Циперновски Кара (Zipernowski K.), 1853—1942 59
Циолковский Константин Эдуардович, 1857—1935 282, 284, 285, 383, 384, 434—442, 462
Цюсс Р. 373

Чанс Джеймс (Chance J.) 145
Чапман Сергей Александрович, 1869—1942 287—289
Чебышев Пафнутий Львович, 1821—1894 44, 386, 387, 393, 407, 462
Челлион Ф. А. (Kjellin F. A.), 1900 г. 66, 131
Чеммен, 1889 г. 105
Чернов Дмитрий Константинович,

1839—1921 118, 120, 136, 137, 285, 407, 412
Чехов Антон Павлович, 1860—1904 341
Чирилов Владимир Николаевич, 1845—1898 62, 73
Чиналас Николай Андреевич, р. 1838 88

Шанот Отгав (Chanute O.), 1832—1910 272—274
Шарбонье П. (Charbonnier P.), 1904, 1907, 1908, 1921 гг. 409, 409
Шардонне Хильар (Chardonnet H.), 1839—1924 193
Шварц К. (Schwarz K.), 1854 г. 146
Шварц Д., 1897 г. 282
Шварцшильд Карл (Schwarzschild), 1873—1916 366
Шведер Н. В. (Schwedler J. W.), сер. XIX в. 254
Шнейт Г. (Шейт) (Schneitz G.) 388
Шнейтер Маргус Эдуард (Schweitzer M. E.), 1857 г. 193
Шнецов В., 1837 г. 181
Шневель 366
Шневель Леон Дмитриевич, 1889—1953 88
Шееле Карл Вильгельм (Scheele C. W.), 1742—1786 172
Шенбейн Христиан Фридрих (Schönbain Ch. F.), 1799—1868 159, 163
Шенхер Отто (Schönherr O.), 1861—1926 161
Шиглев, 1889 г. 184
Шинкар Вильгельм (Schickard W.), 1592—1636 385
Шиндлер Павел Львович, 1786—1837 290, 292, 294, 298, 299
Шматский Юман Александрович, 1883—1962 115
Шинков Леон Николаевич, 1830—1908 407, 409
Шинклер Владимир Николаевич, 1835—1915 407, 410, 411
Шнейт Т. (Schöning T.), 1854 г. 146, 147
Шлик О. (Shlick O.), 1840—1913 413
Шлик К., 1867 г. 327
Шотт Фридрих Отто (Schott F. O.), 1851—1935 394
Шнейман Г. C., 1908 г. 201
Шрайб Г. (Schreib H.) 150
Шреттер Ф., 20-е гг. XX в. 381
Штарне, 1849 г. 392
Штевер В., 426
Штейрел О. (Steiger), 1893 г. 380

Штейнберг Сергей Самойлович, 1873—1940 142
Штейнберг Карл Август (Steinheil C. A. von), 1801—1870 290, 308, 348, 350, 366
Штейнберг Чарльз Протеус (Карл Август Рудольф) (Steinmetz C. P.), 1865—1923 81
Штейнмоллер 48
Штерер Эмиль (Stöhrer E.), 1813—1890 32
Штернман П., кон. XIX в. 349
Шубель Франц Эдуард, 1884 г. 100
Шубельни Михаил Васильевич, 1884—1939 318
Шухов Владимир Григорьевич, 1853—1939, 46, 107, 123, 184, 186, 187, 204, 205, 210, 211, 213, 216
Шютценбергер Пауль (Schützenberger P.), 1827—1897 194

Эванс Оливер (Evans O.), 1755—1819 237
Эвардс Е. (Edwards E.), 1867 г. 266
Эденборн В., 1868 г. 123
Эдисон Томас Алва (Edison T. A.), 1847—1931 9, 54, 55, 60, 61, 69, 78, 100, 250, 296, 301, 303, 308, 318, 322—326, 328—342, 345, 376, 377
Эйбел Ф. (Abel F. A.), 1860 г. 409
Эйде Самуэль (Eyde S.), 1866—1940 159—162
Эйнгаузен Карл (Eynhausen K. von), 1803 102
Эйзенгейс (Eisenheis) 88
Эйлер Эдмунд (Euler L.), 1707—1783, 253, 254, 283, 365
Эйлинштейн Альберт (Einstein A.), 1879—1955 352, 447, 448, 449, 453, 454
Эйфель Александр Гюстав (Eiffel A. G.), 1832—1923 210, 203, 209, 210, 249, 253, 284, 288, 289
Элли Г. Г., 1913 г. 208
Эллиот (Elliot) 45
Эллиот Джон (Elliot G.), 50-е гг. XIX в. 142
Эмман, 1894 г. 235
Энгельгардт Александр Петрович, 1836—1907 407, 417
Энгельс Фридрих (Engels F.), 1820—1895, 3, 6, 13, 17, 38, 43, 53, 188, 192, 217, 347
Энгельс, 420, 444, 461, 462
Энгессер Ф. 253, 254
Эрнсон Дж., 1893 г. 305
Эрнсон Д. М., 1894 г. 305, 306
Эрнсон Ч. К., 1893 г. 307
Эрхлих, 1911 г. 157

Эрстед Ханс Кристиан (Berstedt H. C.), 1777—1851 49, 50
 Эру Поль Луи Туссен (Héroult P. L. T.), 1863—1914 130—132
 Эрхард (Erhardt), 1897, 1901 г. 291
 Эсно-Пельтри Робер (Esnaault-Beilerie R.), 1881—1957 274, 275, 437, 439—441
 Эшби Джон (Ashby J. E.), 1820—1863 169
 Юз Говард, 1909 г. 106
 Юз Дейвид Эдуард (Hughes D. E.), 1831—1900 290, 292, 294, 300—302
 Юз Джон (Hughes), 1814—1889 115
 Юнг Джеймс (Young J.), 1811—1883 185
 Юр Андре (Ure A.), 1778—1857 196
 Юрьев Борис Николаевич, 1889—1957 288
 Юст (Just), 1903 г. 55
 Яблочков Павел Николаевич, 1847—1894 55, 56, 58, 60, 379

Языков Федор, XIX в. 37
 Якоби Борис Семенович, 1801—1874 51, 52, 64, 290—292, 298, 299, 303
 Якоби Владимир Борисович, г. р. неизв., — ум. 1884 303, 304
 Яковлев А. П., 1908 г. 295
 Янцен О. (Janzen O.), 1915 г. 289
 Ярроу (Jarrow), 1892 г. 413
 Ясинский Феликс Станиславович, 1856—1899 254
 Ято Кара (Jatho K.), 1903 г. 271

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абберации:

сферическая 366, 368, 371
 третьего порядка 366, 367
 хроматическая 366, 368, 371

Авиабомба 428

Авианосец 427

Авиация 287—289

— морская 278, 280, 429

Автодрезина 235

Автоматизация 35, 41

Автомат монетный 335

Автомобилестроение 41—42

Автомобиль 102, 243—248, 357

Аккумуляторы электроэнергии 61

395, 396

Алидада со зрительной трубой

Алиазрин 199

Алюминий 129, 130, 143

Аммиак 141, 143, 164—168

— синтез 144, 164—168

Амперметр 358

Анализ спектральный 138, 347, 375,

376

Анализатор:

изображений 383, 384

дифференциальный Крылова

393

Анаграммы 204

Анализаторы гармонические 393

Англия 198

Антрацен 185, 189, 190, 198

Антрацит 88

Апертометр 372, 373, 394

Аппарат:

проезжающий 79, 80

кинокопировальный 361, 365

кинопроекторный 361, 365

киносъемочный 334—337

контактный (в химических

процессах) 156, 157

летательный (в авиации и воз-

духоплавании) 283, 285,

286, 289

нефтепереработный 182—184

проекторный 332, 333, 335

телефонный 363, 376

Аппарат телеграфный:

Водо 294, 295

Крида 293

Сименса 293

Уинстона 292

Аппарат торпедный 422, 423, 426

Арифмометры:

Бодле 349, 390

«Брусинг» 387

«Директ» 387

Зеллинг 390

«Мерчент» 387

«Миллионер» 390

Однера 387, 388

Томаса 385

«Триумфатор» 387

Фельта и Таррана 383

Чобышева 386, 387

Артиллерия:

младшеполковая 420

зенитная 419

малоналиберная 419, 431

полевая 417

тихоходная 418, 419

Астрограф 364, 394

Астролябия 395, 396

Аутофон 339

Ацетицеллюлоза 194, 195

Аэродинамика 283, 284—286, 288

289

— рудничная 101

Аэрология рудничная 99

Аэроплан 284, 285, 287, 288

Аэрометры 281, 282

— наблюдения 281

Балансир 97

Балки 123

Баллистика:

внешняя 407, 408, 411

внутренняя 407—409, 411

Бар врубной машины 91, 94

Бар-питана с колесом 87, 88

Барометры дифференциальные 396

Батарея:

аккумуляторная 100

гальваническая 100

Башня Эйфеля 210, 253

Бензин 100—104, 154, 185, 187

Бензол 185, 189—191, 198

Бессоснованное чужна (см. Кон-

вертер; Процессы металлурги-

ческие) 201, 209

Бетон 201, 209

Бинокль 401

— призматический 394, 400

Былава 428

Блок породы 91

Бомбомер 377

Бомбардировщик 428, 429

— танковый 289

Бомбометание 383, 384

Броневая автомобиль 430—432

Броненосец 420, 422, 423

— эскадренный 422, 423

Броня 420, 422—424, 430—432

Бруски счетные Иоффе 386

Бутрице 103, 108

— вращательное 105, 106, 107

— роторное 106

— ударное 86, 103, 104, 106—

108

— ударное накатное 103

— ударное штаповое 103

— шпуров 85

Бурс-сверло 85

Бусоль:

артиллерийская с оптической

визиром 400

высотомер 396

с диаграммой 395

транспортир 396

Вагоны железнодорожные 255, 2

Вата шлаковая 114

Велосипед 243

Вентилятор 288

— шахтный 99

Вентиляция рудничная 98

Вес удельный двигателяльной ус-

ловки 270

Весы 349

Вещества:

боевые отравляющие (БО)

432, 433

взрывчатые 86

Взрыватель 411, 412, 428

Винт:

воздушный 268

гелиоинтерьерный 288

гребной 237

Винтовка:

автоматическая 416

магазинная 416

Вода аммиачная 190, 191

Водоотлив в шахтах и рудниках

Водонагреватели 48

Водород хлористый 145

Машина паровая 15—17, 25—27, 31, 37, 43—45
 — истощающая 47
 Машина сепаратора 267, 288
 Машина шпунтальная 224, 227
 Машиностроение 42—46
 — точное 360
 Машины:
 буровые 85, 86, 101, 257
 водогазовые 96
 воздухоподъемные 114
 водоэлектрические 125—127
 вращающе-поршневые 90
 взрывные 45—48
 вычислительные 385, 386, 390, 392
 горные 30—33, 45, 90
 делительные 399
 динамометрические 52
 измерительные 24, 25
 комбинированные 89, 90, 93
 магнитоэлектрические 50, 52
 наочно-словотипные 324, 326
 паровые 89, 95—97, 100
 печатные ротационные 223, 224
 подъемные 100, 101
 полиграфические 30
 прокаточные 90
 рывочные 47, 461
 разливочные, металлургические 114
 сельскохозяйственные 35—38, 45, 46
 словотипные 324
 строительные 14
 текстильные 16, 30, 33, 84
 углеродные и породоблажающие 90
 машины автоматические 18
 машины вычислительные:
 «Адамар» 386
 «Аригмел» 386
 «Астра» 388
 «Барроуза» 388
 «Боббида» 386
 «Гамана» 385, 389
 «Гана» 385
 «Далтон» 385
 «Лейбона» 385
 «Паскаля» 385
 «Патисона» 386
 «Синдзиро» 388
 «Сломанского» 385, 392
 «Стерн» Лейнера 386
 «Труне» 386
 «Урани» — «Беге» 390
 «Шнигара» 385
 «Эллиса» 390
 машины вычислительные с электрическим приводом:
 «Архимед» 390
 «Вальтер» 390

«Мерседес» — «Евклид» 390
 «Фадет» 390
 Машины счетно-аналитические:
 Бузи 391
 Голлерта 391, 392
 Жанфорда 392
 Пауэрса 391, 392
 Машины электрические 40—53
 Мель 129
 Мешинг 418, 422
 Мембрана звуковая 341, 342, 345
 Мензурка 395, 396
 Мера нормальные 396
 Металл сортовой 123
 Металлография 360
 Металлургия:
 черная 109—122
 цветная 122—130
 Метан 100
 Метрология 559, 560
 Метрологический 262, 263
 Механизм 42—45
 — кинематический 364
 — координатно-измерительный 394
 — перелаточный 37
 — сачный 335, 336
 Механика:
 горная 101
 каменная 454, 455
 микрометр контактный 340, 351, 373
 микрофон 361, 394
 — биологический 362
 — металлографический 362
 — оптический 365, 366, 368—373
 — психологический 362
 — проекционный 362
 — универсальный измерительный 362
 — электронный 370
 Микрогазизмеритель 376, 377
 Микрофон 345, 379
 — Юза 381, 392
 Мина:
 калиберная 418
 надкалиберная 418
 Минюмет 418, 419
 Минюмет 413, 422, 423, 426
 Мошен 198
 Модели гидродинамические 225, 224
 Моделирование 289
 Модуляторы светового потока 379, 381, 382
 Модуляция оптическая 379
 Модуль 143
 Монолиты отбойные 85
 Моногиты 21, 22
 Моментометры 293

Монопал 284, 427
 Мост 201, 202, 209
 — лисинг 249, 250, 255
 — деревянный 257
 — железнодорожный 253, 255, 256
 — наменный 349
 — конюльный 249, 250, 255
 — металлический 249, 250, 255
 — распорно-арочный 249, 250, 255
 — решетчатый 249, 252, 254, 255
 Мотовозы 255
 Motor газовый 114
 Мотоциклы 243
 Нагрузка на крыло ульяная 268
 Наполнители телеграфных сигналов 291
 Натр едкий (см. Сода каустическая)
 Насос:
 глубинный 107
 плунжерный 96
 поршневой 96, 98
 центробежный 97, 98
 штанговый 97
 Наука:
 горная 101
 строительная 313—216
 Нафталин 185, 198
 Невесомость космическая 434, 440
 Нефтевоз 102
 Нефть 101—103, 106—108, 180—187
 — добыча 103, 106, 107, 108
 — крекинг 185—187
 — перегонка 181
 Нивелир 394—396
 Никель 129
 Нити для ламп накаливания 193
 Нитроцеллюлоза 195
 Нонинки Энгельса 103
 Нутч-фильтр 147, 148
 Обогащение флотационное 101
 Оборудование:
 буровое 103
 коммутационное 304
 Объектив:
 анастигмат 367
 апланат 367
 апохромат 364
 астрономический 374
 «Гиттерсон» 367
 «Шлир» 367
 «Тессар» 367
 «Триггер» 367
 Объектив фотографический 338, 370, 374
 — Шевалье 366
 — Петцваль 366
 — Штейнгейла 366, 367

— Рудольфа 367
 — Тейлора 367
 — Гейса 367
 Окуляр 369, 371
 — компенсационный 394
 Олеум 155
 Оперение хвостовое 268, 283, 284
 Оптика:
 геометрическая 365, 370—372
 инженерная 365
 инструментальная 366
 прикладная (техническая) 347, 349, 360, 365, 366, 368, 370, 373
 физиологическая 365, 370
 физическая 365, 368, 370, 374
 фотографическая 366, 367
 электронная 347
 Оружие зенитное 419
 Оружие:
 автоматическое 416, 419
 миное 423, 427
 нарезное 406, 408, 410
 стрелковое 416
 химическое 423, 423
 Освещение 101, 102
 — горных выработок 99
 — дуговое электрическое 55, 56
 — электрическое 58
 Остойчивость корабля 412, 413, 422, 424
 Осциллятор 378
 Паллограф 413
 Пантограф 396
 Парафин 187
 Парашют 280
 Паровозы 217—227
 — пассажирские 224
 — системы «Компуду» 225
 — системы «дуплекс-компания» 225
 — товарные 224
 — трасовые 224
 — четырехосные 224
 — шестисменные 225
 Парогенераторы 48
 Паромобиль 243
 Парораспределение 47
 Пароходы 217
 Пароэлектровозы 225
 Патрон унитарный 416
 Передача звуковых сигналов 282
 Перелет дальности 277
 Периодический закон химических элементов Д. И. Менделеева 138, 444, 445
 Перфоратор 391
 Перфораторы 86
 — молотковые 85
 — поршневые 85

Петля Нестерова («мертвая петля Нестерова») 280, 286
 Печь:
 доменная 109—116
 индукционная 66
 кальцинированная 145, 149
 коксовая 158, 190
 марганцевая 120—122
 сульфатная 145, 146
 шахтная 128
 электрическая дуга 65, 66, 120—122, 161, 162
 электрическая сопротивляемость 122
 Пиролизолит 86
 Пироксиды 418
 Пироксид нефти 185
 Пластина:
 пиритная 128
 электрическая 130
 Плавушечная корабля 412, 413
 Пластины 265, 266, 271, 272
 Пластинеры померные:
 Аксера 392
 Гомель 392
 Занга 392
 Зарубина 392
 Оликофера 392
 Штарк 392
 Пластины 366
 Пластина граммофонная 344—346
 Пластические массы 194, 195, 463
 Плотина 206
 Пловца перелиная 89
 Поддача нагнетания 92
 Подъем рулиный 95
 Подъемник:
 балельный 112
 силовой 112
 Полюет:
 космический 436
 мажущий 265
 с использованием мускульной силы человека 265
 Полиграфия 323—329
 Полимеры 192
 Полира Лиллентала 284
 Полиризация:
 рентгеновских лучей 354
 света 373
 Порок:
 бальмный 406, 408—410, 417
 дынный 406, 408, 409, 411, 418
 Постулат Чашлигина — Жуковского 287
 Превращения фазовые 136
 Поток воздушный 285
 Правила безопасности в шахтах и рудниках 190
 Пресс 22, 31, 32
 — водопильные гидравлические 127

Приборостроение 347, 352, 354, 358, 361, 393
 Приборы:
 акустические язычные 299,
 астрономические 361, 400, 402
 астрономо-геодезические 362, 397, 398
 астрофизические 361, 364
 аэрофотометрические 361, 364
 бальмные 395, 400
 геологические 361, 362, 400
 интерферометры 361, 362, 398
 изотермометрические 361
 крешерные 409
 медицинские 402
 навигационные 397
 оптико-механические 398—400
 оптико-акустические 352, 370
 374, 375, 377, 385
 оптические 349, 355, 366, 367, 370, 371, 374
 офальмометрические 361, 394
 401
 полириационные 361
 полириметрические 376
 рефлектометры 361, 365, 3
 рефрактометры 371, 365, 394
 рисовальные 373
 спектрографические 361, 36
 394
 спектрометрические 361, 36
 394
 спектрополириационные 3
 феррополириационные 357
 фотограмметрические 361, 36
 фотометрические 361, 394
 электроизмерительные 357
 электромагнитные 357
 электрооптические 361
 Приборы электроизмерительные:
 для измерения напряжений 357
 с подвижной рамкой 355
 с подвижным магнитом 355
 Призол:
 гидравлический 86
 паровой 17, 49
 ручной 86
 электрический 87, 96, 98
 Прима 374
 Прием панорамический 400
 Проволока 194—197
 — платиновая 125
 Проектор (лампа—фара) 54
 Прозводство:
 бальмное 323
 конохонические 157
 массовое 17, 25, 40, 42
 поточное 41
 Промышленность:
 авиационная

Управление движения ракет (формула Циолковского) 437, 440—442
Уран 143
Уровни 396, 399
Усилитель электронный 383
Установка водоотливная (наземная, подземная) 96—98
Установка подземная 95
Установки химико-технологические:
для получения] хлорного
водорода 179
для сжижения азота воздуха 159—161
для синтеза аммиака 166, 167
Установки хлорные:
с колоколом 174, 198
с ртутным катодом 174—177
с твердым катодом 174, 175
Устойчивость и управляемость 265, 270, 273
Устройства аналоговые 392

Фенол 190
Фенопласт 195
Физика ядерная 446, 448, 449
Фиссация азота воздуха 157—164
— в электрической дуге 159—163
Фильтры (волоконные):
стальные 127
твердосплавные 127, 128
Фильтры оптические 363
Флотация 129
Фонометр 372
Фонарь проецирующий 329—331
Фонариграф 339
Фониграма 337
Фониграф 332, 334, 336, 339, 340—342, 344
Фосген 432
Фотоаппарат 339, 331, 333, 366
Фотография 347, 348, 354
Фотометрия 365, 370
Фотоондона 333, 335, 336
Фотопроектор 379
Фотосоприствление 382
Фотофон 379
Фотоэлемент 352

Фотоэмульсия 331, 332
Фотоэффект:
внешний 352, 373
внутренний 382
Фугсин 198
Фурмы доменные 111
Футеровка металлургических печей 122

Хлор 145, 146, 178—179
Хромофотография 326
Хромограф электрический 406
Хронометры 396
Хроноскоп 349

Целлюлоза 194, 195
Целлюлоза 192, 323
Целостат 394
Цемент 201, 202, 215
Цепь:
бесконечная 89
замкнутая с «забыванием» 87
Цианамид натрия 163
Цианамидный процесс 163, 164
Цианирование 129
Цинкография 327
Цилиндр Течера 392
Циркуль зеркальный 396
Цех механический 30, 31
Часы астрономические 400
Чугун 109—110

Шасси колесное 268
Шаша угольная 85, 88, 95, 96, 99—101
Шелк искусственный 193, 194, 463
Шерсть искусственная 194
Шины резиновые:
пневматические 243
сплошные 243
Шкала логарифмическая:
Гунтера 392
Паутинная 392
Уингейта 392
Шкалу музыкальная 340
Шлак доменный 114
Шнур оптоволоконный 86
Шпур 85
Шпатель диафрагменная 410
Шрифт 324

Штанга вращающаяся 87

Цель зарубежная 92
Центр проходческий 263, 264
— механизированный 90

Экран 330, 331
Эквивалент 14, 26
Электрификация 458, 459
Электричество 354
Электробот 51
Электроды:
аккумуляторные 227—234
гравированные 95, 227, 232, 234, 235
Электротест 64
Электродровитель 15, 17, 26—30, 69—71, 461
— с кольцевым якорем 52
— Якоби 51
Электромагнетизм 50
Электромагнит 346
Электрометаллургия 64, 180—183
Электрообмотка 240
Электроника 358, 444
Электроосвещение шахтное и рудничное 100
Электропривод 15, 17, 18, 25—30, 32, 38, 62, 101, 324
— групповой 27, 29, 33
— индивидуальный 27—29, 33, 40
— многодвигательный 29, 30, 33
Электрооборудование 354
Электросварка 64
Электростанция 354
— постоянного тока 60, 61
Электротормоз 64
Электротехника 355
Электротехнология 64—66
Электротехнология 356
Электрохимия 64, 139
Элеоны 274, 275
Энергетика ядерная 452
Эрифит 107, 108
Эстакады 262
Этилен 192
Эффект:
тепловой химических процессов 442
термоэлектрический 375

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	6
Глава I. Развитие системы машин	14
1. Условия и стимулы развития машиностроения	14
2. Особенности развития системы машин	15
3. Технический прогресс станкостроения	19
4. Новые типы машин-двигателей. Промышленный электропривод	25
5. Системы машин в основных отраслях производства	30
6. Зарождение массового поточного производства в машиностроении	40
7. Становление научных основ машиноведения	42
Глава II. От пара к электричеству	47
1. Кризис паровой техники	47
2. Научно-технические предпосылки создания электрических машин	49
3. Начало развития электрического освещения	53
4. Проблема передачи электрической энергии на расстояние	57
5. Развитие техники переменного тока	58
6. Начало электрификации	60
Развитие электростанций постоянного тока	60
Электрификация на основе трехфазной системы токов	63
Зарождение электротехнологии	64
Глава III. Электрическая промышленность — самая типичная для новейших успехов техники	67
1. Предпосылки развития электрической промышленности	67
2. Революционный роль электродвигателя в системе машин	69
3. Концентрация производства электроэнергии	71
4. Технические средства передачи электроэнергии высоким напряжением	74
5. Развитие основного высоковольтного оборудования	75
6. Влияние электрификации на энергомашиностроение	80

Глава IV. Техническое перевооружение горной промышленности	85
1. Изменение в технике добычи твердых полезных ископаемых	85
2. Нефть — новое топливо и сырье для индустрии	101
3. Техника бурения и добычи нефти	104
Глава V. Переход на новые способы получения металлов	109
1. Усовершенствования в производстве чугуна	109
2. Развитие конвертерных способов получения стали	116
3. Выплавка стали в мартеновских печах	120
4. Техника прокатного производства	123
5. Техника волочения металлов	124
6. Прогресс в области цветной металлургии	128
7. Становление и развитие электрометаллургии	130
8. Развитие научных основ металлургии	133
Глава VI. Развитие химической технологии	138
1. Использование достижений химии в производстве	138
2. Развитие технологии производства соды	144
3. Контактный способ получения серной кислоты	154
4. Разрешение проблемы фиксации азота воздуха	157
Фиксация азота воздуха в электрической дуге	159
Цианамидный способ связывания свободного азота	163
Каталитический синтез аммиака	164
Получение азотной кислоты каталитическим окислением аммиака	168
5. Электрохимические способы получения хлора и едкого натра. Синтез соляной кислоты	172
Состояние химических способов производства хлора	172
Развитие электрохимического процесса получения хлора	173
Синтез соляной кислоты	178
6. Технология переработки нефти и каменного угля	180
Развитие промышленной технологии переработки нефти	181
Коксохимия	188
7. Высокомолекулярные материалы. Синтетические красители	191
От природных материалов к искусственным и синтетическим	191
Искусственные волокна	193
Пластические массы и каучуки	194
Красители	197
Глава VII. Строительная техника	201
1. Основные направления прогресса строительной техники	201
2. Влияние электричества на строительную технику	204

3. Освоение железобетона	206
4. Наиболее значительные сооружения	209
5. Достижения в строительной науке	213
Глава VIII. Техническое перевооружение транспорта	217
1. Совершенствование железнодорожного транспорта	218
2. Начало электрификации железных дорог. У истоков тепловозостроения	227
3. Развитие водного транспорта	236
4. Зарождение и развитие автомобильного транспорта	243
5. Успехи в мостостроении	248
6. Строительство тоннелей	256
Глава IX. Зарождение и начальный период развития авиационной техники	265
1. Возникновение научных и технических предпосылок	265
2. Первые попытки создания самолета	268
3. Создание первых самолетов	273
4. Начало массового самолетостроения	277
5. Состояние воздухоплавания	281
6. Создание теоретических основ авиационной техники	283
Глава X. Развитие электросвязи	290
1. Совершенствование телеграфной связи	290
Изменения в технике телеграфии	290
Автоматическое телеграфирование	291
Многочастотное телеграфирование	293
Дуплексное телеграфирование	295
Развитие идеи частотного телеграфирования	296
2. Развитие телефонии	297
Предистория	297
Изобретение телефона	299
Развитие систем телефонной коммутации	304
3. Изобретение радиосвязи и начальный этап радиотехники	308
Глава XI. Техника полиграфии и новые средства массовой информации	323
1. Развитие техники полиграфии	323
2. Изобретение кинематографа	329
3. У истоков звукозаписи	339
Глава XII. Качественные сдвиги в приборостроении	347
1. Требования науки и техники к приборостроению	347
2. Измерительные приборы. Зарождение инструментостроения	358
3. Развитие технической оптики как теоретической базы оптического приборостроения	365

4. Зарождение оптико-электронного приборостроения	374
5. Вычислительные машины	385
6. Приборостроение как самостоятельная отрасль промышленности	393
Глава XIII. Военная техника	403
1. Militarизм и подготовка к переделу мира	403
2. Использование достижений науки в военном деле	406
3. перевооружение сухопутной армии	415
4. Вооружение военно-морского флота	419
5. Новые виды военной техники и вооружения	427
Глава XIV. Создание теоретических основ ракетно-космической техники	434
1. Первые научные работы в области космонавтики	434
2. Возникновение теоретических основ космонавтики	436
3. Первые фундаментальные работы в теории ракетно-космической техники	439
Глава XV. Новейшая революция в естествознании на рубеже XIX и XX вв. Ее первый этап	443
1. Развитие учения об электромагнетизме в последней четверти XIX в.	443
2. Начало «новой революции в естествознании»	445
3. Дальнейшее развитие «новой революции в естествознании». Завершение ее первого этапа	451
4. Электромагнитная картина мира. Связь науки с техникой и производством	456
Глава XVI. Итоги развития техники в канун общего кризиса капитализма	460
Использованная литература	466
Именной указатель	486
Предметный указатель	499

ТЕХНИКА В ЕЕ ИСТОРИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ

70-е годы — начало XX в.

Утверждено к печати
Институтом
истории естествознания
и техники
Академии наук СССР

Редактор
М. С. Аркангельская
Художник
В. Г. Виноградов
Художественный редактор
С. А. Липова

Технический редактор
Р. М. Денисова

Корректоры
Р. З. Землянская, Н. И. Назарина

ИБ № 21332

Сдано в набор 05.08.81
Подписано к печати 01.02.82
Т-0237. Формат 70×100/16
Бумага для глубокой печати
Гарнитура обыкновенная
Печать высокая. Усл. печ. л. 41,6.
Усл. кр.-отт. 42,9. Уч.-изд. л. 43,8.
Тираж 2400 экз. Тип. зак. 727
Цена 4 р. 80 к.

Издательство «Наука»
17864 ГСП-7, Москва, В-483, Профсоюзная ул., 90
2-я типография издательства «Наука»
121099, Москва, Г-89, Шубинский пер., 10